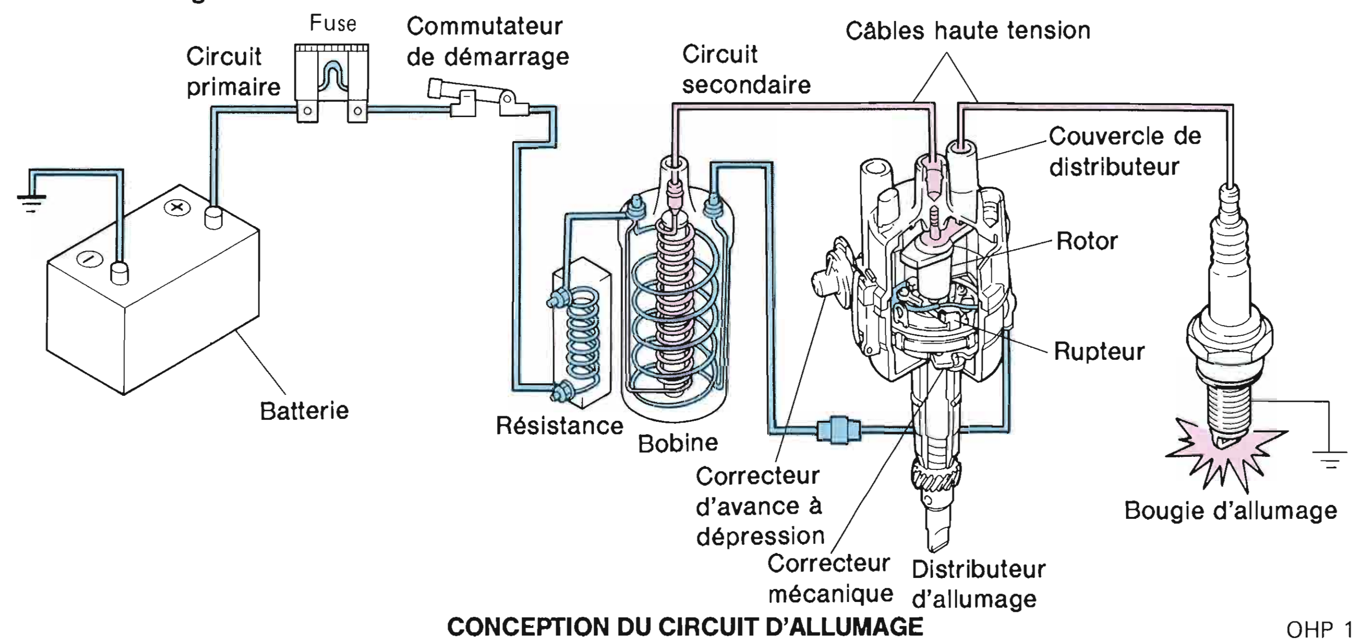


ALLUMAGE

DESCRIPTION

Le mélange air/carburant comprimé explose à l'intérieur du cylindre. L'énergie est fournie par la dilatation résultant de l'explosion de ce mélange. L'allumage assure la formation des étincelles nécessaires à l'explosion du mélange air/carburant.



CONCEPTION DU CIRCUIT D'ALLUMAGE

OHP 1

ROLE DE L'ALLUMAGE

Les trois facteurs suivants sont essentiels pour que le moteur fonctionne correctement :

- Pression de compression élevée
- Calage de l'allumage conforme et étincelles puissantes
- Qualité du mélange air/carburant

L'allumage a pour fonction de base de produire les étincelles susceptibles d'assurer la mise à feu du mélange air/carburant présent dans les cylindres, et pour satisfaire à cet impératif, les conditions suivantes doivent être réalisées.

1. ETINCELLE FORTE

Lorsque le mélange air/carburant est comprimé dans les cylindres, l'étincelle se propage plus difficilement dans l'air comprimé. (En effet, l'air oppose une résistance au passage du courant électrique et cette résistance augmente en même temps que la compression.)
C'est pour cette raison que la tension fournie aux bougies doit être suffisamment élevée pour permettre la formation d'une étincelle puissante entre les électrodes de la bougie.

2. CALAGE DE L'ALLUMAGE APPROPRIE

Pour obtenir une combustion aussi efficace que possible du mélange air/carburant, il est nécessaire de prévoir une méthode permettant de modifier le calage de l'allumage en fonction du régime de rotation et de la charge du moteur (c'est-à-dire qu'il doit être possible de modifier le point où apparaît l'étincelle en fonction de la position du vilebrequin).

3. LONGEVITE SUFFISANTE

En cas de défaillance de l'allumage, le moteur cesse de fonctionner. L'allumage doit donc présenter une fiabilité suffisante pour supporter les vibrations et la chaleur dégagée par le moteur, de même, le circuit d'allumage doit pouvoir supporter le courant haute tension qu'il transporte.

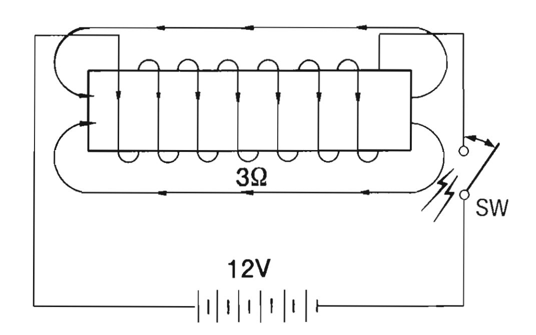


BOBINE D'ALLUMAGE

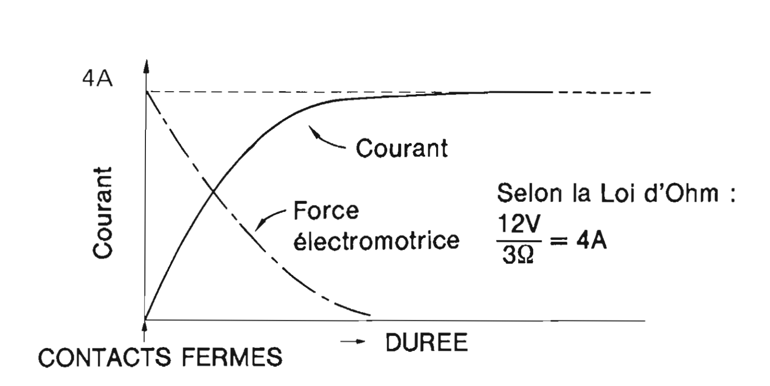
PRINCIPE DE LA PRODUCTION DE LA HAUTE TENSION

1. EFFET DE SELF INDUCTION

Lorsqu'un courant électrique traverse une bobine, il y a naissance d'un champ magnétique, en conséquence, il y a production d'une force électromotrice qui crée un champ magnétique, lequel empêche la formation d'un flux magnétique dans la bobine. En conséquence, le courant ne circule pas immédiatement après son arrivée à la bobine, mais il est nécessaire d'attendre un certain temps avant que le courant augmente.



EFFET DE SELF INDUCTION OHP 2



CIRCULATION DU COURANT DANS LA BOBINE ET FORCE ELECTROMOTRICE INVERSEE OHP 2

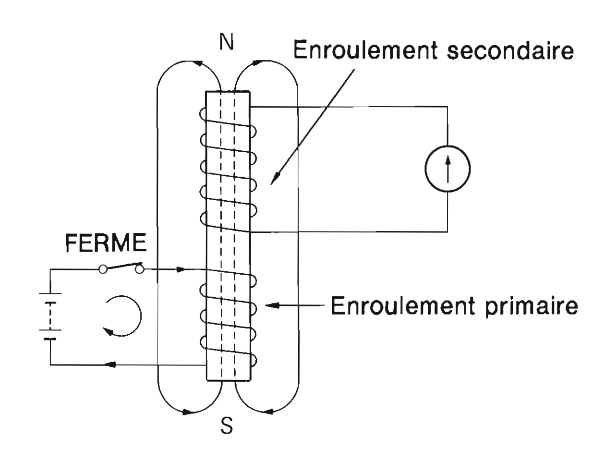
En outre, lorsque le courant qui circule dans une bobine est brusquement interrompu, il y a formation d'une force électromotrice dans la bobine qui s'exerce dans le sens dans lequel le courant a tendance à circuler (sens qui empêche la diminution du flux magnétique).

Dès lors, lorsque le courant commence à circuler dans une bobine, ou lorsqu'il y a interruption du passage du courant, la bobine produit une force électromotrice qui empêche la diminution du flux magnétique de la bobine, ce phénomène est appelé "effet de self induction".

2. EFFET D'INDUCTION SIMULTANEE

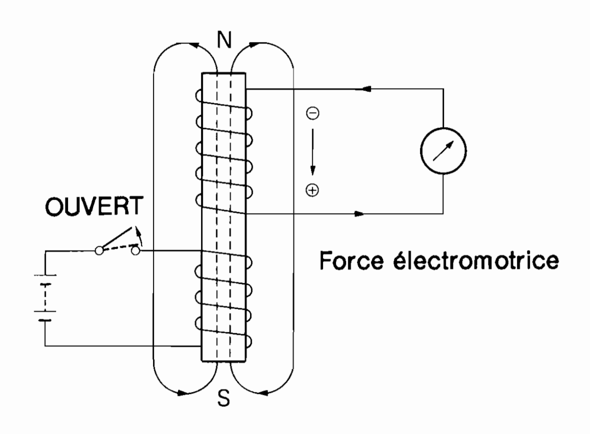
Lorsque deux enroulements sont bobinés sur le même moyen et que l'on modifie l'intensité du courant dans l'un des enroulements (enroulement primaire), il y a naissance d'une force électromotrice dans le second enroulement (enroulement secondaire), force électro-motrice qui s'exerce dans une direction qui interdit toute variation du flux magnétique dans l'enroulement primaire. Ce phénomène est appelé "effet d'induction simultanée".

La figure ci-dessous illustre le passage d'un courant d'intensité constante dans l'enroulement primaire, et l'on constate qu'il n'y a pas de variation du champ magnétique, de sorte qu'aucune force électromotrice n'est produite dans l'enroulement secondaire.



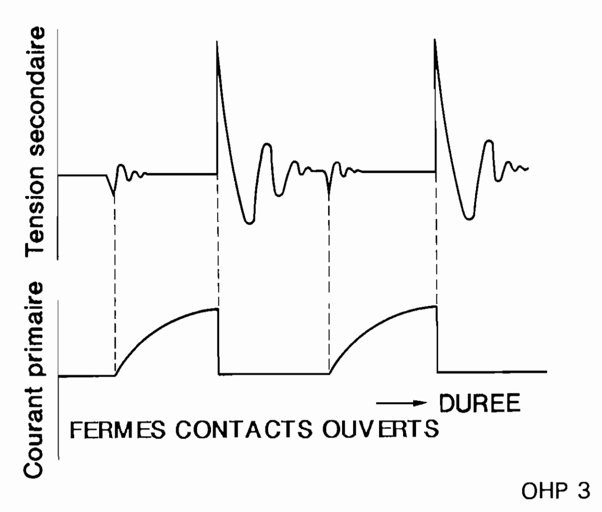
INDUCTION SIMULTANEE INTERVENANT PEU APRES LA FERMETURE DU CIRCUIT OHP 3

Cependant, lorsqu'il y a ouverture du commutateur d'alimentation, il y a interruption du passage du courant dans l'enroulement primaire et le flux magnétique disparaît brutalement, et il y a alors naissance d'une force électromotrice dans l'enroulement secondaire, force électromotrice qui s'exerce dans un sens qui empêche la diminution du flux magnétique.



INDUCTION SIMULTANEE DANS LA BOBINE A L'OUVERTURE DU CIRCUIT OHP 3

La relation entre l'enroulement primaire et l'enroulement secondaire est illustrée sur la figure ci-dessous. La valeur du courant électrique (flux magnétique) varie au moment où il y a fermeture des contacts, mais, étant donné que le courant électrique, du fait du phénomène de self inductance, ne passe pas instantanément dans l'enroulement, la variation de l'importance du flux magnétique est progressive et la tension induite dans l'enroulement secondaire n'atteint pas la tension de décharge.



OHP 3

TENSION PRIMAIRE ET TENSION SECONDAIRE

En revanche, lorsque l'on ferme à nouveau le commutateur d'alimentation, il y a naissance d'une force électromotrice dans l'enroulement secondaire, force électromotrice qui s'exerce dans un sens qui empêche la formation de flux magnétique par l'enroulement primaire. (Ce phénomène est inverse du phénomène que l'on constate à l'interruption du passage du courant.)

La bobine d'allumage produit un courant haute tension grâce au phénomène d'induction simultanée qui intervient entre l'enroulement primaire et l'enroulement secondaire, lorsqu'il y a coupure brutale de l'alimentation électrique dans l'enroulement primaire, c'est-à-dire au moment où il y a coupure de l'alimentation.

L'importance de la force électrique dépend des trois facteurs suivants :

(1) Importance du flux magnétique

Plus le flux magnétique produit dans l'enroulement est important, plus la tension induite est élevée.

(2) Nombre de spires des enroulements

Plus l'enroulement comporte de spires, plus la tension induite est élevée.

(3) Fréquence des variations du flux magnétique

Plus les variations de flux magnétique produit par une bobine sont rapides, plus la tension induite est élevée.

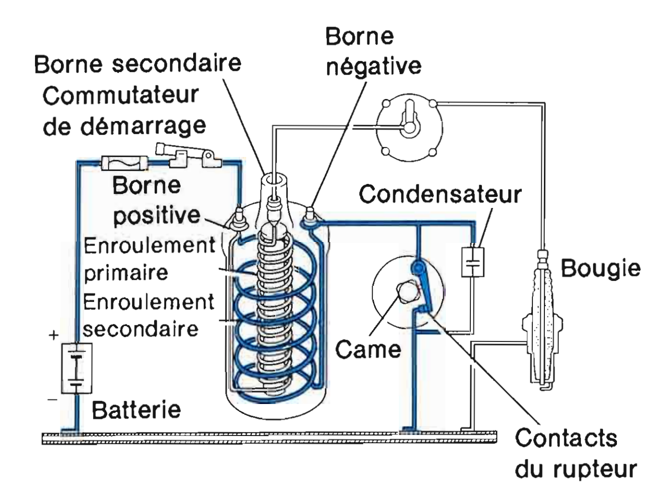
Pour obtenir une force électrique importante grâce au phénomène d'induction simultanée (tension secondaire), l'intensité du courant qui passe dans l'enroulement primaire doit être aussi élevée que possible, et la coupure d'alimentation du courant doit être brusque.



FONCTIONNEMENT DE L'ALLUMAGE

1. CONTACTS DE RUPTEUR FERMES

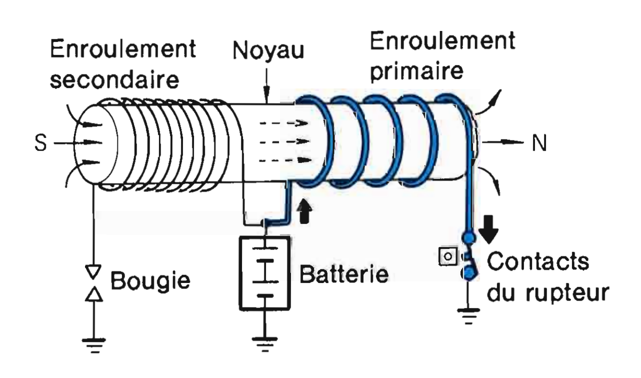
Le courant électrique fourni par la batterie arrive à la borne positive de l'enroulement primaire, puis à la borne négative et aux contacts du rupteur, puis à la masse.



CIRCUIT D'ALLUMAGE (contacts du rupteur fermés)

OHP 4

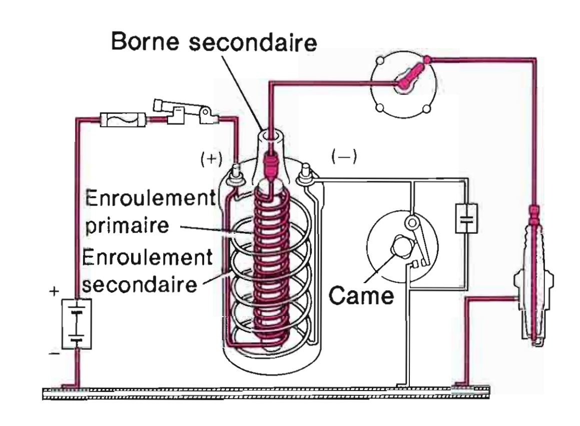
En conséquence, des lignes de force magnétique apparaissent autour de l'enroulement :



CONTACTS DU RUPTEUR FERMES OHP 4

2. CONTACTS DE RUPTEUR OUVERTS

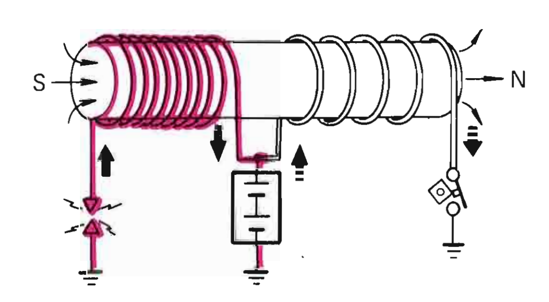
Le vilebrequin, en tournant, entraîne l'arbre à cames, et la came du distributeur provoque l'ouverture des contacts du rupteur, donc, il y a interruption brutale du passage du courant dans l'enroulement primaire.



CIRCUIT D'ALLUMAGE (contacts du rupteur ouverts)

OHP 4

En conséquence, le flux magnétique produit dans l'enroulement primaire commence à diminuer, mais, compte tenu du phénomène de self induction de l'enroulement primaire et du phénomène d'induction simultanée dans l'enroulement secondaire, il y a naissance d'une force électromotrice dans les deux enroulements, ce qui empêche la diminution du flux magnétique existant.

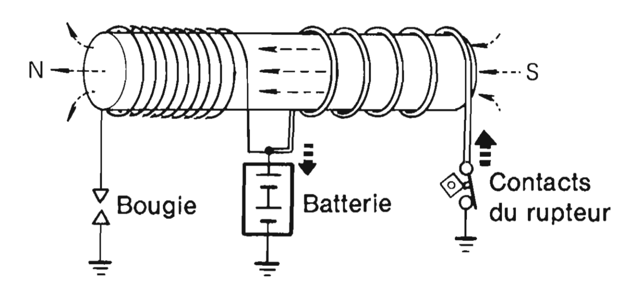


CONTACTS DU RUPTEUR OUVERTS OHP 4

La force électromotrice de self induction atteint environ 500 V, alors que la force électromotrice d'induction simultanée atteint environ 30 kV, d'où formation d'une étincelle à la bougie.
La variation du flux magnétique augmente à mesure que la fréquence de coupure du courant augmente, d'où naissance d'une tension très importante en fonction de la durée.

1. CONCEPTION DE LA BOBINE D'ALLUMAGE A RESISTANCE

Lorsque les contacts du rupteur se ferment à nouveau, le courant commence à circuler dans l'enroulement primaire et le flux magnétique de l'enroulement primaire commence à diminuer. Compte tenu du phénomène de self induction de l'enroulement primaire, il y a naissance d'une force électromotrice inverse qui empêche une chute brutale de circulation du courant dans l'enroulement primaire.



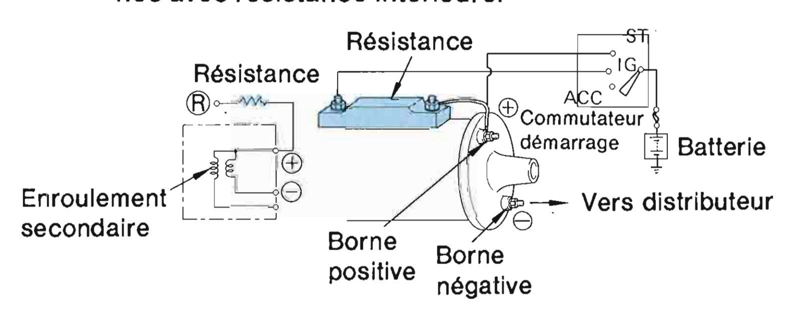
CONTACTS DE RUPTEUR FERMES

En conséquence, le courant n'augmente pas brutalement et il n'y a alors naissance que d'une induction simultanée faible dans l'enroulement secondaire.

BOBINE D'ALLUMAGE A RESISTANCE

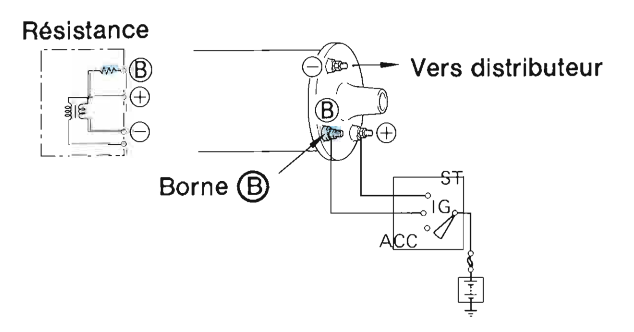
1. CONCEPTION DE LA BOBINE D'ALLUMAGE A RESISTANCE

La bobine d'allumage à résistance comporte une résistance branchée en série sur l'enroulement primaire. Par comparaison avec une bobine d'allumage sans résistance, la chute de tension secondaire avec résistance diminue à régimes élevés du moteur.
Presque toutes les voitures de série équipées d'un allumage conventionnel sont munies d'une bobine d'allumage à résistance.
Il existe deux types de bobines à résistance : des bobines avec résistance extérieure et des bobines avec résistance intérieure.



BOBINE AVEC RESISTANCE EXTERIEURE

OHP 5



BOBINE AVEC RESISTANCE INTERIEURE

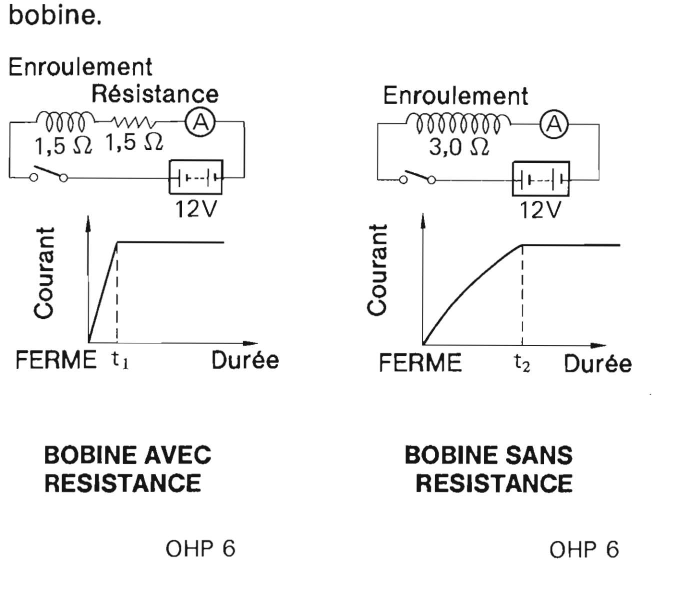
OHP 5



IMPORTANT !
Etant donné que la bobine à résistance intégrée comporte trois bornes extérieures, ne pas confondre les bornes Ⓑ et (+) lors de la réalisation des connexions.

2. FONCTIONNEMENT D'UNE BOBINE D'ALLUMAGE A RESISTANCE

Lorsque le courant commence à circuler dans la bobine, la circulation du courant a tendance à être entravée par l'effet de self induction (entre le moment où il y a fermeture des contacts du rupteur et le moment où le point de saturation est atteint).
En conséquence, lorsqu'il y a initiation du passage du courant dans l'enroulement primaire de la bobine d'allumage, le courant primaire augmente progressivement, et cette montée est retardée en fonction du nombre d'enroulements de la bobine.



BOBINE AVEC RESISTANCE

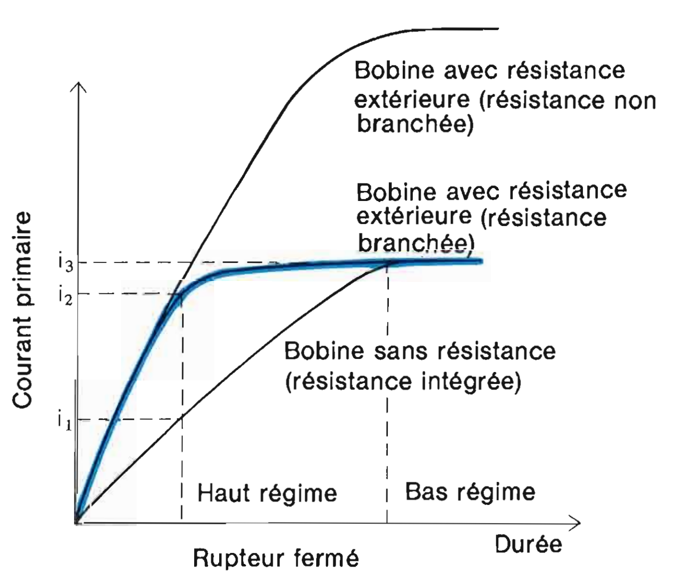
BOBINE SANS RESISTANCE

OHP 6

OHP 6

Dans les bobines d'allumage sans résistance, étant donné que la durée de fermeture des contacts du rupteur est plus longue lorsque le régime moteur est faible, il y a passage d'un courant suffisant (i_3), de sorte qu'une tension secondaire suffisamment haute peut être obtenue.
Cependant, à régimes élevés du moteur, le temps de fermeture des contacts du rupteur diminue et le courant primaire (i_1) n'est plus suffisant, d'où diminution de la tension secondaire.

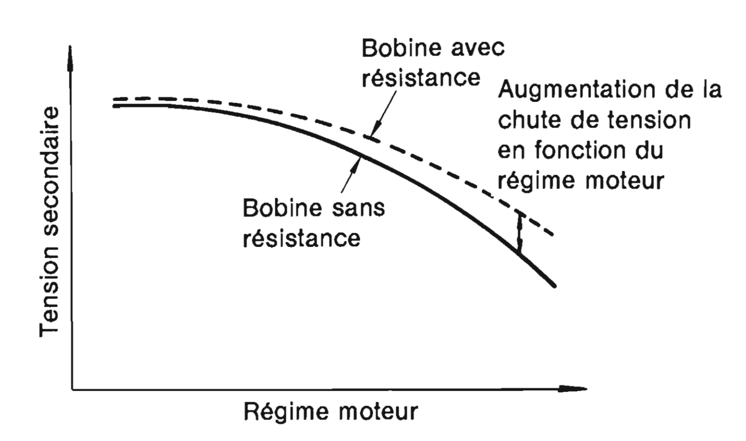
Une bobine d'allumage avec résistance comporte un moins grand nombre de spires, ce qui réduit les risques de ralentissement de l'augmentation du courant par phénomène de self induction. Par conséquent, la tension primaire augmente plus rapidement.
Dès lors, le courant primaire est suffisant à régimes élevés (i_2) et les baisses de tension secondaire sont alors évitées.



RAPPORT ENTRE REGIME MOTEUR ET TENSION PRIMAIRE

OHP 6



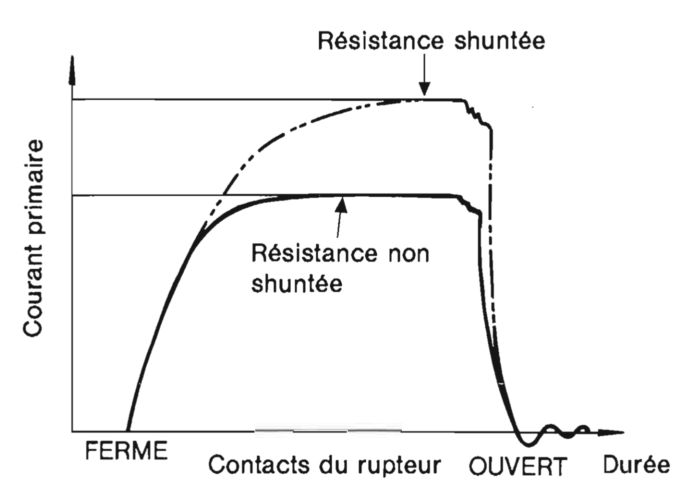


RAPPORT ENTRE REGIME MOTEUR ET TENSION SECONDAIRE

IMPORTANT !
En cas d'utilisation d'une bobine d'allumage avec résistance extérieure non branchée, il y aura passage excessif de courant dans l'enroulement primaire, il faut donc avoir soin de brancher la résistance.

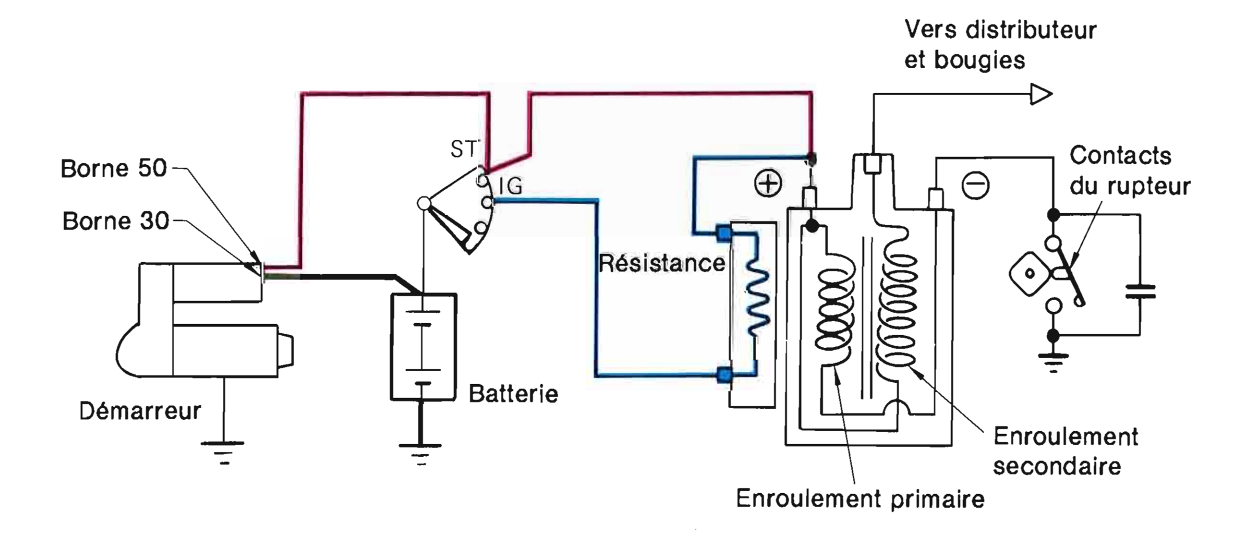
Autre avantage de la bobine d'allumage avec résistance : elle permet des démarrages plus faciles.
Etant donné que le démarreur consomme une quantité de courant importante au démarrage du moteur, la tension de la batterie diminue, ce qui réduit le courant primaire dans la bobine d'allumage. Par voie de conséquence, la tension secondaire diminue et les étincelles entre les électrodes des bougies s'affaiblissent.

Pour éviter ce genre d'inconvénient, il y a shuntage de la résistance, comme l'indique la figure, au moment du démarrage du moteur par le démarreur, donc, il y a arrivée directe de la tension de la batterie à l'enroulement primaire, ce qui permet d'obtenir des étincelles plus fortes.
Lorsque la résistance est shuntée, le courant primaire augmente, comme indiqué ci-dessous.



COURANT PRIMAIRE AU DEMARRAGE

OHP 7



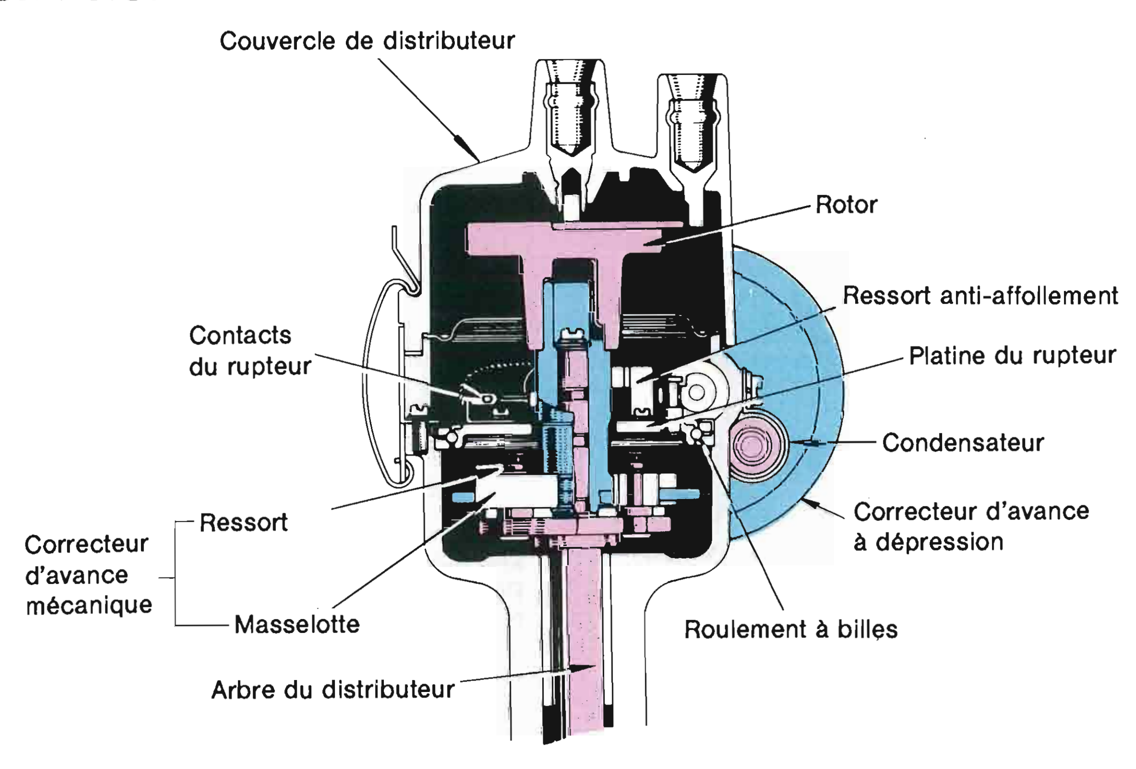
SCHEMA DE BRANCHEMENT D'UNE BOBINE D'ALLUMAGE AVEC RESISTANCE

OHP 7



DISTRIBUTEUR

DESCRIPTION



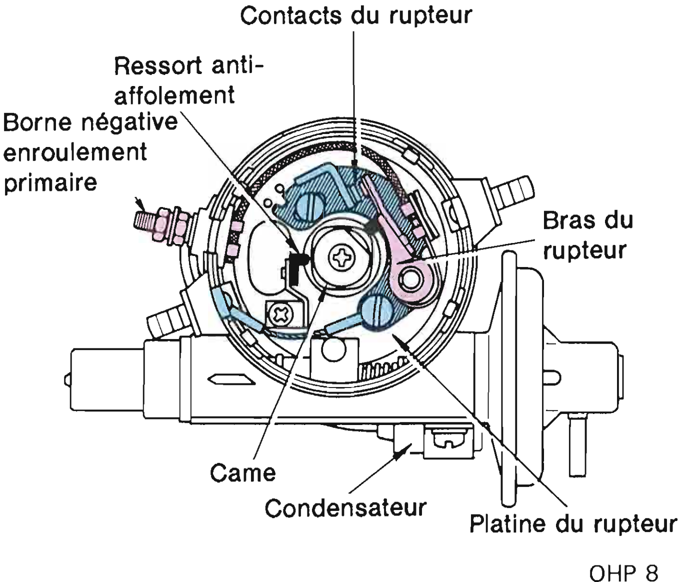
DISTRIBUTEUR (VUE EN COUPE) OHP 8

Le distributeur se compose des organes suivants :

- **Section rupteur**
  Contacts du rupteur
  Ressort anti-affolement
- **Section distribution**
  Couvercle de distributeur
  Rotor
- **Dispositif de correction d'avance**
  Avance mécanique
  Avance à dépression
  Sélecteur d'indice d'octane
- **Condensateur**

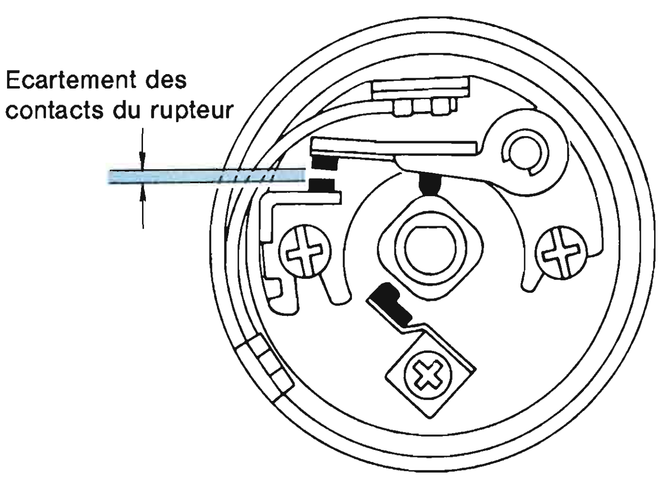
RUPTEUR

1. FONCTIONNEMENT DES CONTACTS DU RUPTEUR



Les contacts du rupteur s'ouvrent et se ferment sous l'action de la came incorporée à l'axe du distributeur. L'axe du distributeur est entraîné par l'arbre à cames à la moitié de la vitesse de rotation du vilebrequin. La came comporte autant de lobes que le moteur comporte de cylindres. Sous l'effet de la rotation de la came, les lobes repoussent le contact mobile et il y a ouverture des contacts du rupteur. La came continuant à tourner, le contact mobile est rappelé sous l'effet d'un ressort et il y a de nouveau fermeture des contacts du rupteur. A chaque tour complet de la came, le passage du courant dans l'enroulement primaire de la bobine d'allumage est interrompu autant de fois que le moteur comporte de cylindres, ce qui provoque donc la formation de la haute tension dans l'enroulement secondaire de la bobine d'allumage.

2. FONCTION DU RUPTEUR



Les plans des contacts du rupteur sont attaqués par les étincelles haute tension produites par la force électromotrice de self induction de l'enroulement primaire, et il y a alors oxydation de ces plans de contact. En conséquence, il est nécessaire de vérifier régulièrement les contacts du rupteur et de les remplacer en cas d'oxydation excessive ou apparition d'une autre anomalie.
Les contacts du rupteur jouent un rôle essentiel dans le fonctionnement du moteur, c'est pourquoi, il faut obligatoirement vérifier attentivement les points suivants :

- Résistance des contacts du rupteur
- Ecartement du touchau
- Angle de fermeture (angle de saturation)



RESISTANCE DES CONTACTS DU RUPTEUR

L'oxydation des plans des contacts du rupteur s'aggrave à mesure que le nombre d'ouvertures et de fermetures de ces contacts augmente.
L'augmentation de cette pellicule d'oxydation se traduit par une augmentation de la rugosité des plans des contacts et, dans le même temps, par une augmentation de la résistance des contacts, d'où une diminution du courant primaire circulant dans l'enroulement primaire de la bobine d'allumage.

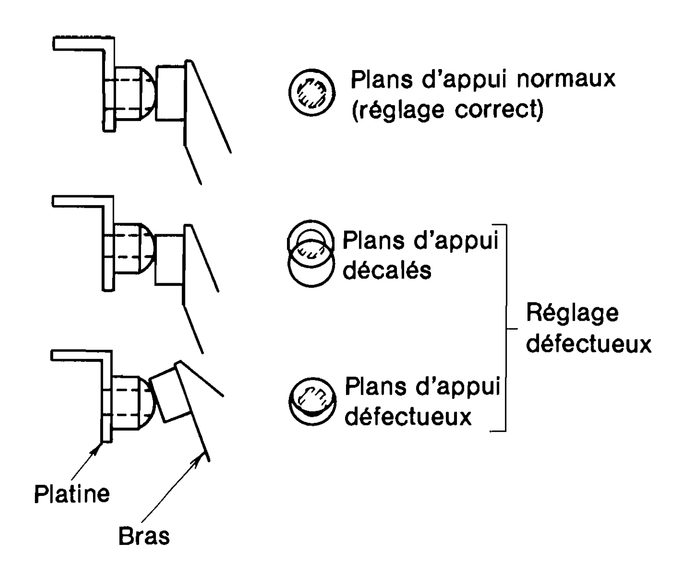
Les facteurs suivants sont susceptibles d'augmenter la résistance des contacts du rupteur :

① **Présence d'huile/graisse sur les contacts**

La présence de ces produits sur les contacts du rupteur se traduit par un phénomène de brûlage des contacts par naissance d'arcs électriques et par l'augmentation de la résistance des contacts. En conséquence, avoir soin de ne pas souiller d'huile ou de graisse les contacts du rupteur lorsqu'on procède à leur remplacement.

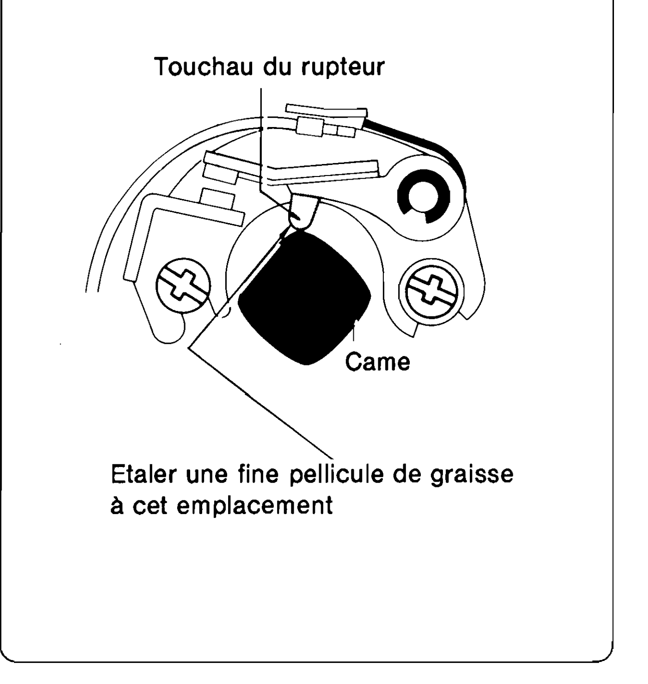
② **Réglage défectueux des plans de contact**

Le réglage défectueux des plans de contact diminue la surface d'appui des contacts du rupteur, ce qui accélère le phénomène d'apparition d'oxydation des contacts et l'usure des plans d'appui.
En conséquence, avoir soin de ne pas déformer la platine du rupteur ou le bras du contact mobile.

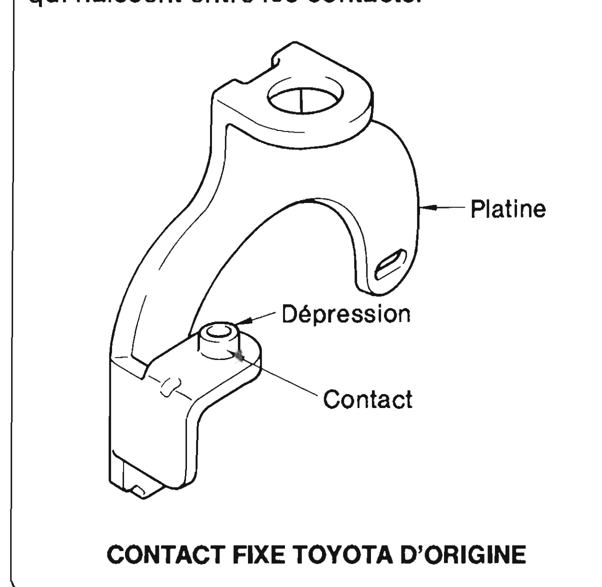


PLANS D'APPUI ENTRE LES CONTACTS DU RUPTEUR

REFERENCE
Les trousses de remplacement des contacts de rupteur d'origine Toyota contiennent de la graisse. Lors du remplacement des contacts du rupteur, étaler un peu de cette graisse sur le touchau du rupteur, ceci afin de faciliter le contact du touchau sur la came et de réduire l'usure du touchau. Cependant, étaler cette graisse avec précaution car la graisse en excès risquerait d'être projetée à l'intérieur du boîtier du distributeur et de souiller les contacts du rupteur.



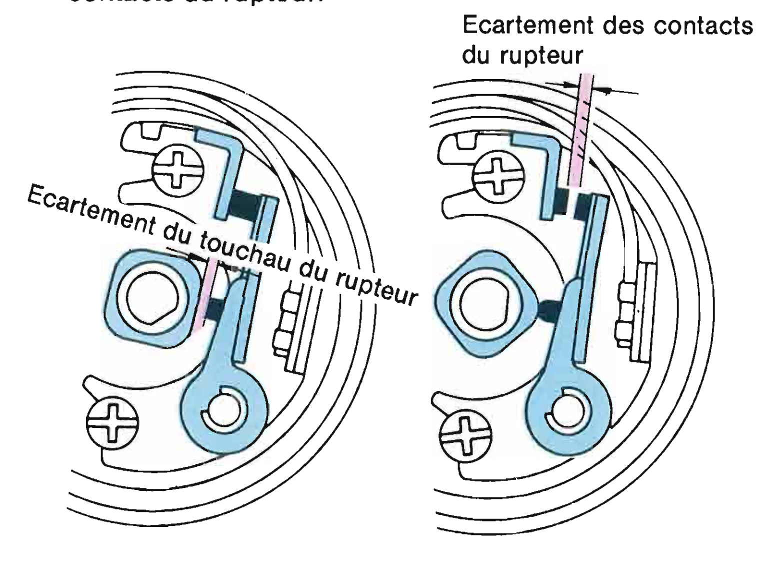
REFERENCE
La platine d'un contact de rupteur Toyota d'origine supporte un contact dont la partie centrale est évidée afin d'éviter la détérioration de la surface par transfert métallique d'un contact de rupteur sur l'autre, à la suite des phénomènes d'oxydation provoqués par les arcs électriques qui naissent entre les contacts.



CONTACT FIXE TOYOTA D'ORIGINE

REGLAGE DU TOUCHAU

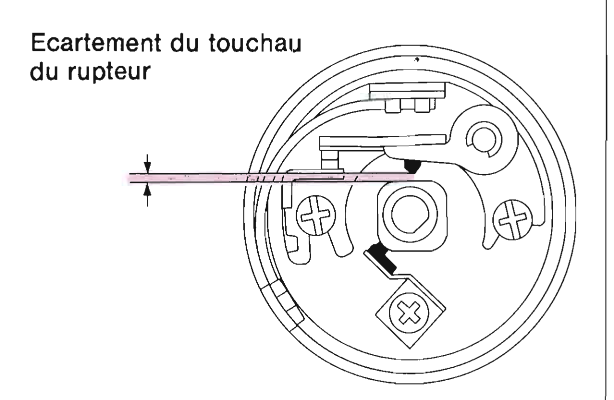
L'écartement du touchau correspond à l'écartement maximum entre ce touchau et la came lorsque les contacts du rupteur sont fermés. Ce réglage permet de déterminer l'écartement des contacts du rupteur.



CONTACTS FERMES OHP 9

CONTACTS OUVERTS OHP 9

IMPORTANT !
Jusqu'à une époque récente, l'écartement des contacts du rupteur figurait dans les spécifications de contrôle des véhicules. Le contrôle de cette cote, cependant, risque de provoquer une oxydation rapide des plans des contacts du rupteur, du fait de la présence d'huile sur les jauges d'épaisseur utilisées pour mesurer cet écartement entre les contacts.
C'est la raison pour laquelle Toyota a remplacé, dans les valeurs de spécification, l'écartement des contacts du rupteur par l'écartement du touchau.
Après remplacement des contacts du rupteur, il est nécessaire d'effectuer le réglage initial de l'écartement en mesurant l'écartement du touchau, comme le montre la figure ci-dessous



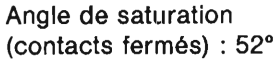
Ecartement du touchau du rupteur :
Moteur 4 cylindres 0,45 mm
Moteur 6 cylindres 0,30 mm

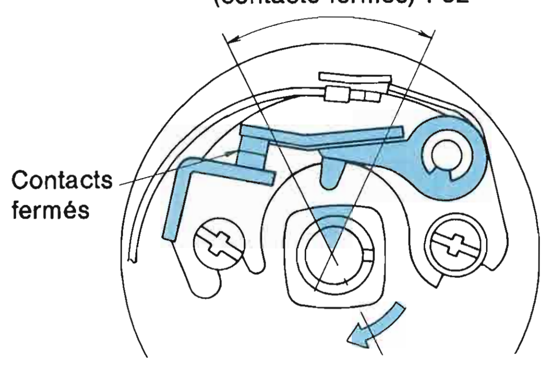
Après réglage initial de l'écartement du touchau, il est nécessaire de contrôler l'écartement des contacts du rupteur en mesurant l'angle de saturation (mesure détaillée ultérieurement).
L'angle de saturation permet au technicien de déceler le moindre écart de réglage de l'écartement des contacts du rupteur en fonction du réglage du touchau, en conséquence, le réglage des contacts du rupteur peut être réalisé avec beaucoup de précision en agissant sur le réglage du touchau.



ANGLE DE SATURATION

L'angle de saturation correspond à l'angle de rotation fait par la came entre le moment où les contacts du rupteur sont fermés par le ressort de rappel du contact mobile et le moment où les contacts s'ouvrent sous l'action du lobe de came suivant.
Lorsque l'écartement des contacts du rupteur d'un moteur 4 cylindres a été correctement réalisé à la valeur spécifiée, la période de fermeture des contacts doit correspondre à une rotation de la came de 52° ± 6°.

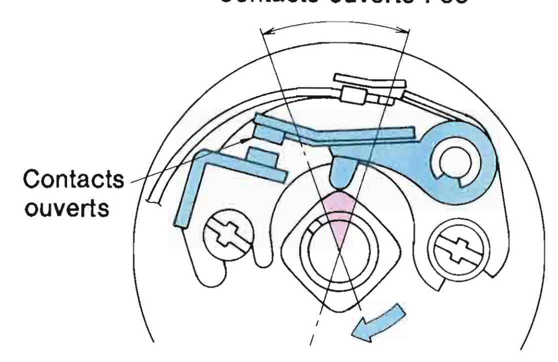




ANGLE DE SATURATION POUR MOTEUR 4 CYLINDRES

OHP 10

En outre, les contacts doivent rester ouverts jusqu'à ce que la came accomplisse une autre rotation de 38° ± 6°.



ANGLE D'OUVERTURE DES CONTACTS DU RUPTEUR

OHP 10

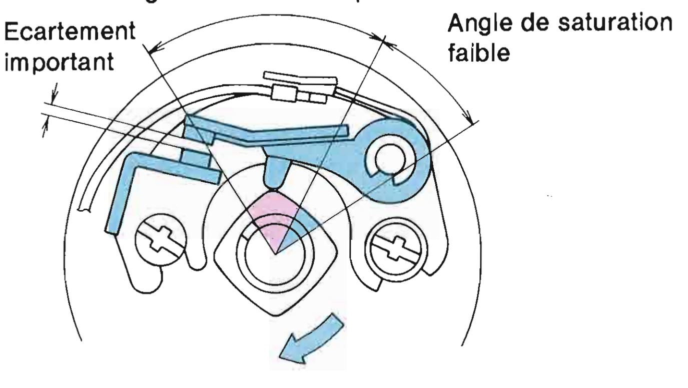
Si l'on ajoute l'angle de fermeture et l'angle d'ouverture (52° + 38° = 90°), on constate donc que les contacts du rupteur s'ouvrent et se ferment chaque fois que la came effectue un quart de tour.

Angle de saturation :
- Moteur 4 cylindres : 52°
- Moteur 6 cylindres : 41°

L'angle de saturation dépend très étroitement de l'écartement des contacts du rupteur et du calage de l'allumage, cet angle est important si l'on veut effectuer une mise au point moteur parfaite.

① Ecartement des contacts trop important

Si l'écartement des contacts est trop important, ceux-ci ne vont pas rester fermés suffisamment longtemps (les contacts s'ouvrent trop tôt et se ferment trop tard). En conséquence, dans ce cas, l'angle de saturation est trop faible.

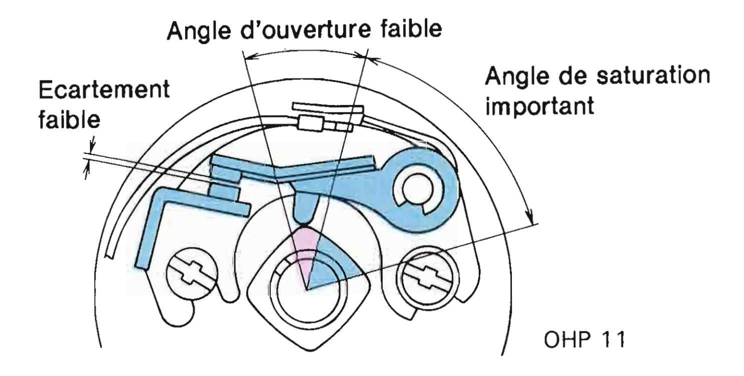


OHP 11



② Ecartement des contacts trop faible

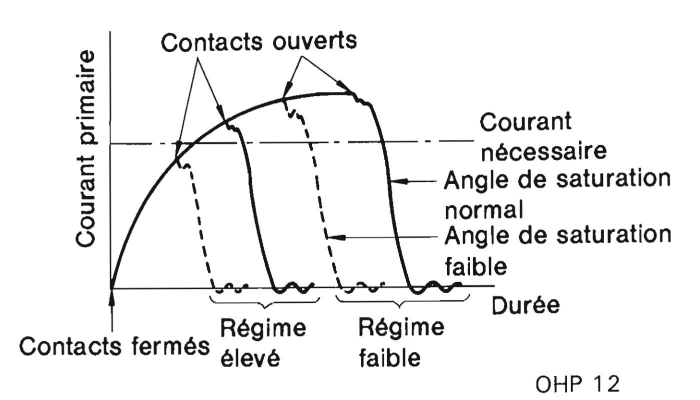
Si l'écartement des contacts est trop faible, ceux-ci vont rester fermés trop longtemps (les contacts s'ouvrent tard et se ferment tôt). En conséquence, l'angle de saturation est trop important.



Lorsque l'angle de saturation est trop important ou insuffisant, cela se traduit non seulement par le calage défectueux de l'allumage, mais également par le genre de problème décrit ci-dessous.

③ Angle de saturation trop faible

Etant donné que la durée de fermeture des contacts est faible, le temps pendant lequel le courant passe dans l'enroulement primaire de la bobine diminue.
Lorsque le régime moteur est faible, le courant primaire est encore suffisant pour provoquer l'apparition des étincelles aux bougies. En revanche, lorsque le régime moteur augmente, le courant primaire devient insuffisant et la tension induite dans l'enroulement secondaire diminue, d'où apparition de ratés moteur.

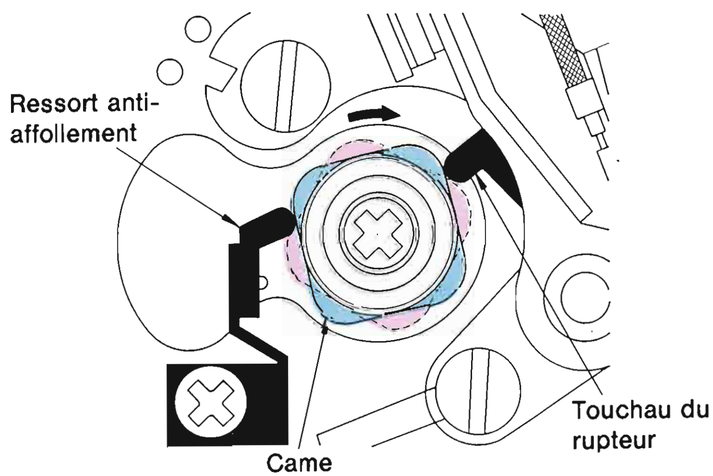


④ Angle de saturation trop important

Etant donné que l'écartement des contacts du rupteur est trop faible, les étincelles du rupteur sont susceptibles d'apparaître à l'ouverture des contacts. Lorsqu'il y a étincelles au niveau du rupteur, le courant primaire continue à circuler, mais étant donné qu'il n'y a pas rupture brusque de ce courant primaire, la formation d'une tension secondaire élevée s'avère impossible.

3. RESSORT ANTI-AFFOLEMENT (SUR CERTAINS MODELES)

Certains types de distributeurs comportent un ressort anti-affolement situé à l'opposé du contact mobile du rupteur. Ce ressort empêche la rotation irrégulière de la came, ainsi que l'apparition de bruits provenant des masselottes du correcteur à faible régime du moteur. Lorsque le toucheau vient au contact du lobe de came, la rotation de la came a tendance à être retardée par l'effet des frottements qui interviennent pendant la montée du toucheau sur le flanc d'attaque de la came. Au moment où le toucheau passe au-delà de la pointe de came et s'engage sur le méplat de la came, il est repoussé par le ressort de rappel, et la rotation de la came tend alors à s'accélérer. Au cours de cette phase, le ressort vient au contact du lobe de came pour empêcher l'augmentation de la vitesse de rotation de la came. Ce ressort empêche également "l'affolement" des masselottes du correcteur d'avance.



RESSORT ANTI-AFFOLEMENT

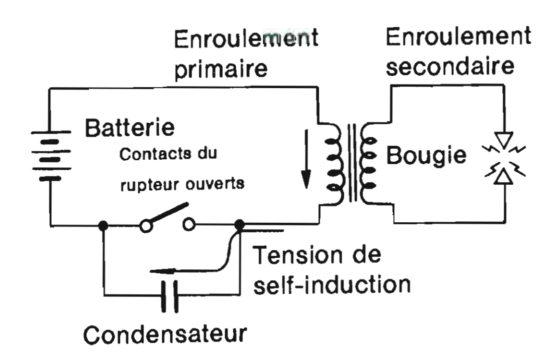
OHP 12

IMPORTANT !
L'écartement du ressort anti-affolement correspond à l'écartement maximum entre le ressort lui-même et la partie basse de la came. Au montage du ressort anti-affolement, régler l'écartement du ressort à la valeur indiquée dans le manuel de réparation du véhicule.



CONDENSATEUR (CAPACITE)

Généralement, le condensateur est monté à l'extérieur du boîtier de distributeur et il est branché en parallèle avec les contacts du rupteur.
La tension induite dans l'enroulement secondaire augmente à mesure que la rupture du courant primaire s'accélère.
La rupture brusque du courant primaire provoque cependant la formation d'une haute tension qui atteint environ 500 V dans l'enroulement primaire, par suite du phénomène de self induction. Pour cette raison, au moment de l'ouverture des contacts du rupteur, un courant électrique prend naissance sous forme d'étincelles qui traversent l'entrefer des contacts du rupteur, et la rupture du courant primaire n'intervient alors pas immédiatement.

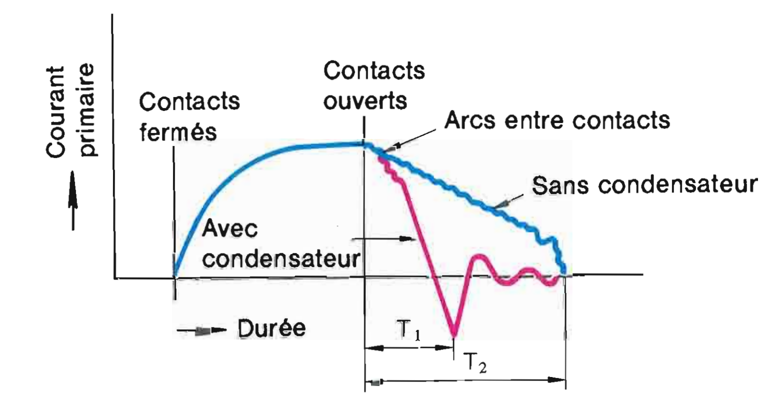


BRANCHEMENT DU CONDENSATEUR

OHP 13

Pour réduire au minimum l'apparition d'arcs de rupture entre les contacts du rupteur, la force électromotrice de self induction de l'enroulement primaire, qui apparaît à l'ouverture des contacts du rupteur, est temporairement "stockée" par le condensateur, afin de permettre une fermeture rapide du courant primaire.

Le graphique ci-dessous représente le courant primaire après ouverture des contacts du rupteur. Lorsque le condensateur est prévu, le temps T_1 est plus court que le temps T_2, et l'apparition d'arcs de rupture est moins susceptible de se manifester.



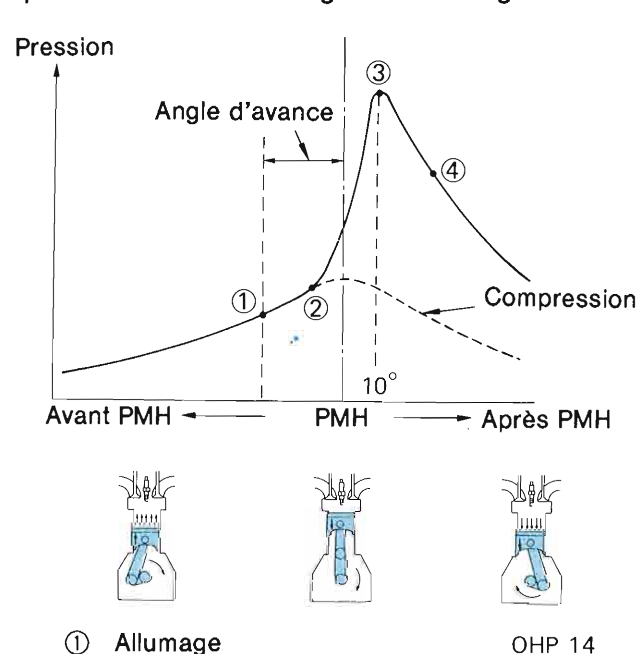
VARIATION DU COURANT PRIMAIRE DUE AU CONDENSATEUR

OHP 13

CORRECTEUR D'AVANCE A L'ALLUMAGE

1. DESCRIPTION

Après mise à feu du mélange air/carburant grâce à l'étincelle, un certain temps est nécessaire pour que la flamme se propage dans la totalité de la chambre de combustion. C'est la raison pour laquelle il existe un léger décalage entre le moment où se manifeste l'allumage et le moment où apparaît la pression de combustion maximum. En conséquence, étant donné que le rendement moteur est le meilleur au moment où la pression dans les chambres de combustion est la plus élevée (soit 10° environ après le PMH), la durée de propagation de flamme doit être prise en compte pour déterminer le calage de l'allumage.



① Allumage OHP 14
② Début de combustion (amorce propagation flamme)
③ Pression de combustion maximum
④ Fin de combustion

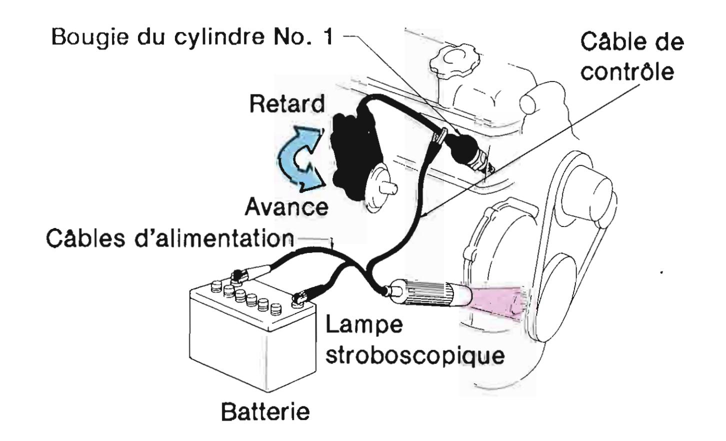
PROCESSUS DE COMBUSTION

2. CALAGE DE L'ALLUMAGE

Pour favoriser le remplacement du moteur, la pression de combustion doit intervenir 10° après le PMH.

Compte tenu du décalage dans le temps exigé pour la propagation du front de flamme après amorce de la combustion, le mélange doit, en fait, être allumé avant le PMH. Ce calage est appelé "calage de l'allumage".
Mais si l'on veut adapter au mieux l'allumage en fonction du régime du moteur, la charge suivie par celui-ci, etc, il est nécessaire de prévoir un dispositif susceptible de modifier le calage de l'allumage (de l'avancer ou de le retarder. A cet effet, on fait appel à un dispositif de correction d'avance à masselottes et à dépression).
Le calage de base de l'allumage correspond au calage de l'allumage lorsque le moteur fonctionne au ralenti. Dans ce cas, les dispositifs de correction du point d'avance n'interviennent pas. La position du vilebrequin correspondant au calage de base de l'allumage s'appelle le "calage de base du vilebrequin" et correspond au moment exact où, au cours du cycle de compression dans le cylindre No. 1, l'allumage se produit.

Le calage de base de l'allumage s'effectue en réglant la position du distributeur par rapport au moteur. Pour effectuer ce calage, il faut tourner le distributeur de manière que le repère de calage de vilebrequin soit en face du repère de calage d'allumage, sur le couvercle de distribution du moteur (ce calage est contrôlé à l'aide d'une lampe stroboscopique).



CALAGE DE BASE DE L'ALLUMAGE

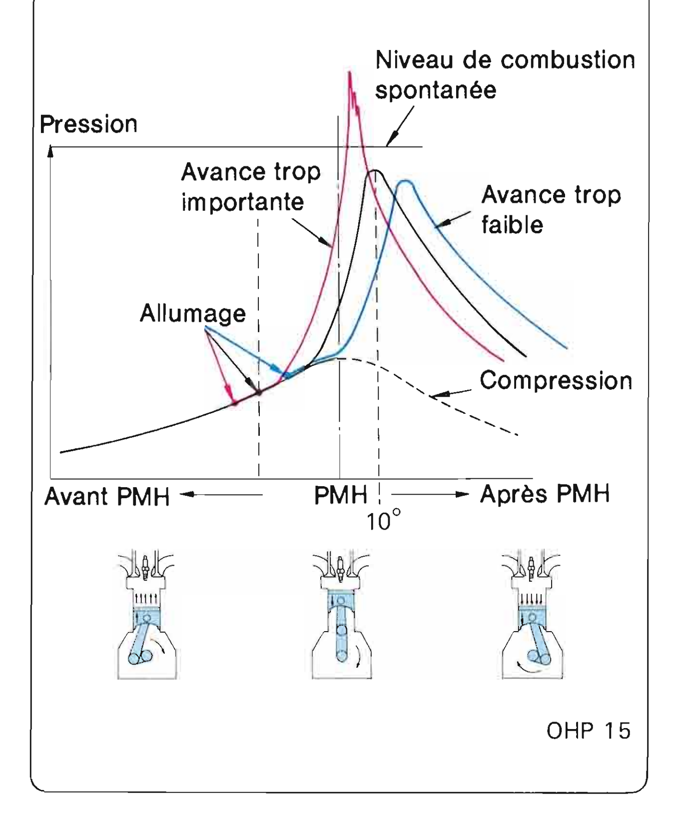
OHP 14

Tous les détails concernant les procédures de réglage et les valeurs figurent dans le manuel de réparation de chaque type de moteur. A noter que le calage de base de l'allumage varie selon le type de moteur car la vitesse de propagation du front de flamme dépend de la cylindrée du moteur et de la forme des chambres de combustion.



IMPORTANT !

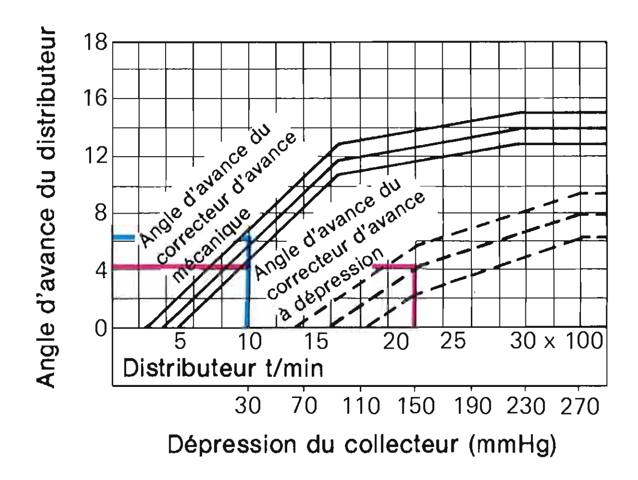
- **Si l'avance à l'allumage est trop impor-tante :**
  La pression de combustion maximum se manifestera avant 10° avant le PMH et, étant donné que la pression à l'intérieur des cylindres sera plus élevée que lorsque le calage de l'allumage est normal, il y aura combustion spontanée du mélange air/carburant et apparition de cognements. La manifestation de cognements excessifs peut provoquer la détérioration des soupapes, des bougies, des pistons, etc...
- **Si l'avance à l'allumage est insuffisante :**
  La pression de combustion maximum interviendra au-delà de 10° après le PMH (à ce moment, le piston sera trop bas dans le cylindre). Contrairement à ce qui se passe lorsque le calage de l'allumage est normal, la pression à l'intérieur des cylindres sera alors relativement faible, d'où baisse de rendement du moteur, augmentation de la consommation de carburant et manifestation du problème.



OHP 15

3. MECANISMES DE CORRECTION D'AVANCE

Etant donné que le temps de propagation du front de flamme augmente à mesure que le régime moteur augmente également, et étant donné que cette propagation varie en fonction de la dépression dans le collecteur d'admission (charge moteur et rapport du mélange air/carburant), le calage de l'allumage doit être modifié en fonction de ces paramètres.
Le distributeur comporte donc un dispositif de correction d'avance qui se compose, en fait, d'un régulateur mécanique qui réagit en fonction du régime du moteur, et un correcteur à dépression qui règle le point d'allumage en fonction de la charge supportée par le moteur.
Bien que les caractéristiques de correction d'avance de l'allumeur sont fonction de chaque type de moteur, on trouvera un exemple de correction d'avance dans le tableau ci-dessous.
Lorsque, par exemple, la vitesse du distributeur est de 1.000 tr/min, et la dépression dans le collecteur d'admission, de 150 mmHg, la correction d'avance effectuée par le dispositif de correction mécanique sera environ de 6°, et la correction d'avance effectuée par le dispositif à dépression sera environ de 4°, en conséquence, l'avance totale à l'allumage sera de 10° environ.
Etant donné que l'angle de correction d'avance du distributeur correspond à la moitié de l'angle de calage de vilebrequin, l'angle de correction d'avance indiqué par un repère sur le couvercle de la chaîne ou de la courroie de distribution sera de 20° environ.

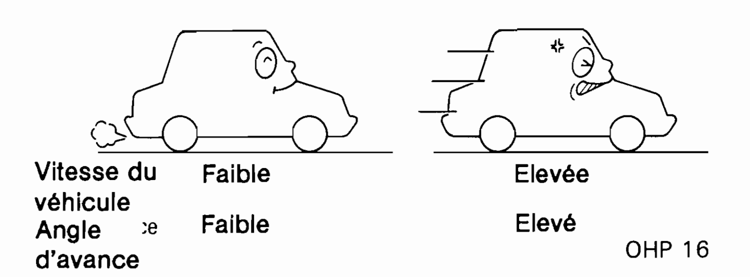


CARACTERISTIQUES D'AVANCE A L'ALLUMAGE

OHP 15

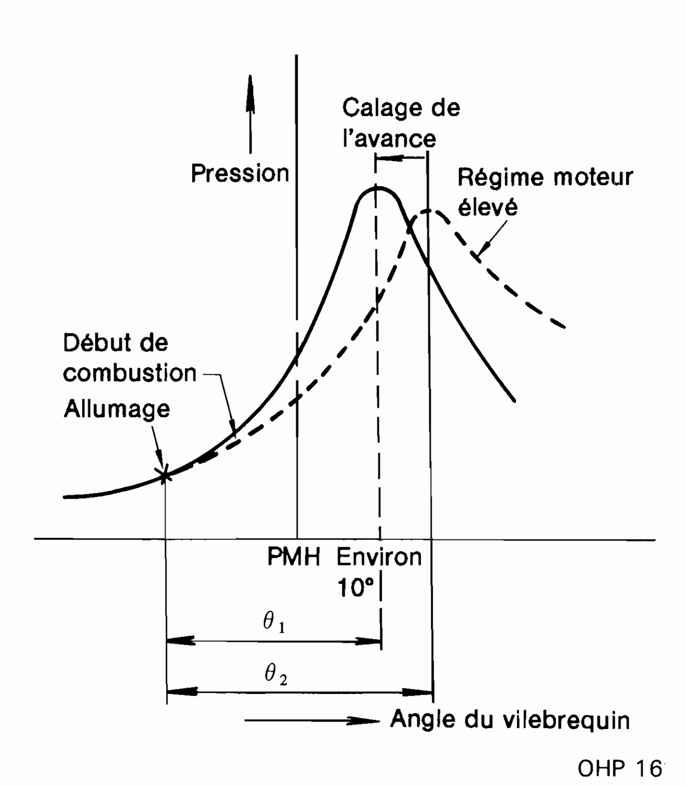
4. CORRECTEUR

Le correcteur d'avance règle le point d'allumage en fonction du régime du moteur.



OHP 16

Etant donné que la durée de propagation du front de flamme est toujours pratiquement constante, quel que soit le régime du moteur (dans la mesure où le rapport air/carburant reste constant), l'angle de calage du vilebrequin, au cours de la propagation du front de flamme, augmente à mesure que le régime moteur augmente également. En d'autres termes, la durée de propagation du front de flamme est relativement plus longue ($\theta 1 < \theta 2$) à mesure que le régime moteur augmente, de manière à permettre que la pression maximum de combustion apparaisse systématiquement à 10° après le PMH.



OHP 16

CONCEPTION & FONCTIONNEMENT

Les masselottes sont montées sur l'axe du distributeur grâce à des axes. La came et le plateau à came sont fixés à la partie supérieure de l'axe du distributeur, de telle manière que leur position relative varie dans le même sens que le sens de rotation.

Le correcteur d'avance à masselottes provoque la rotation de la came par rapport à l'axe du distributeur grâce à la force centrifuge qui écarte les masselottes, lesquelles tournent en même temps que l'axe du distributeur, et il y a alors avance du point d'ouverture des contacts du rupteur.

Une extrémité des ressorts du régulateur est ancrée sur un axe solidaire de l'axe du distributeur, l'autre extrémité des ressorts est accrochée sur l'axe du porte-cames. Ces ressorts maintiennent les masselottes fermées lorsque le régime moteur est faible. L'axe du distributeur, en tournant, provoque l'écartement des masselottes, qui tournent autour de leurs axes, d'où rotation du porte-cames par rapport à l'axe du distributeur, jusqu'à ce qu'il y ait équilibre entre la force centrifuge et le tarage des ressorts. Etant donné que la came est solidaire de la platine porte-cames, cette came tourne d'une même valeur (θ) et dans le même sens.

En conséquence, les contacts du rupteur s'ouvrent plus tôt d'une valeur de θ°, d'où avance du point d'allumage. Une butée est prévue, elle correspond à l'angle d'avance maximum. Lorsque le dégagement du plateau porte-cames vient au contact de cette butée, il ne peut pas y avoir rotation, donc, l'avance à l'allumage est à sa valeur maximum.



Vis
Came
Axe d'accrochage du ressort
Ressort du correcteur d'avance
Platine de la came
Masselotte
Axe de montage de masselotte
Axe de guidage
Arbre de distributeur

CORRECTEUR D'AVANCE OHP 17

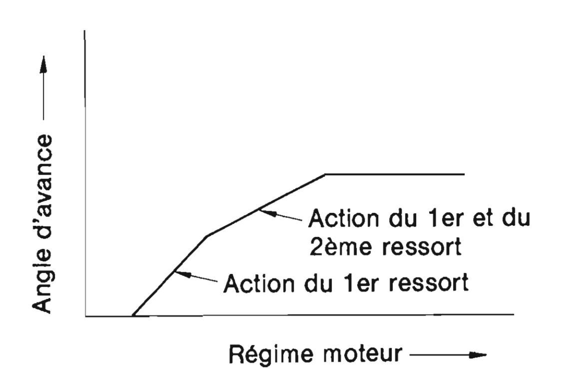
Came
Axe de guidage
Axe d'accrochage du ressort
Platine de came
Masselotte
Ressort du correcteur d'avance
Force centrifuge
θ
Angle d'avance

OHP 17

CARACTERISTIQUES DU CORRECTEUR D'AVANCE MECANIQUE

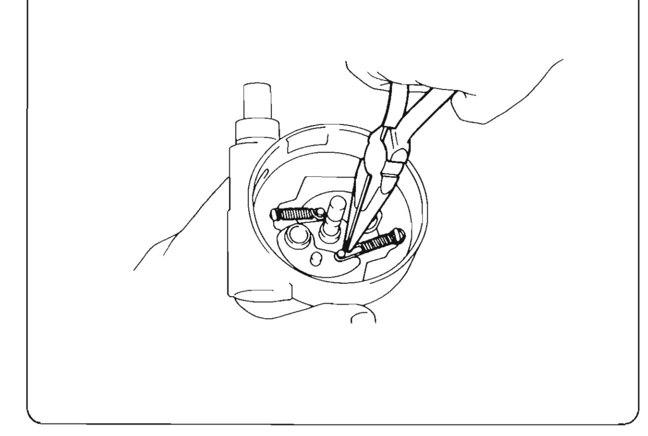
Les caractéristiques du correcteur d'avance mécanique sont illustrées sur la courbe ci-dessous.
Lorsque le régime moteur atteint une valeur relativement élevée, les turbulences du mélange dans les cylindres accélèrent la vitesse de propagation du front de flamme.
Par conséquent, à partir d'un régime déterminé, il n'est plus nécessaire, de modifier le point d'avance.

Les caractéristiques de la courbe d'avance sont fonction des spécifications du moteur, mais, généralement, la courbe de correction d'avance est modifiée en deux temps grâce à la présence de deux ressorts.



CORRECTEUR D'AVANCE

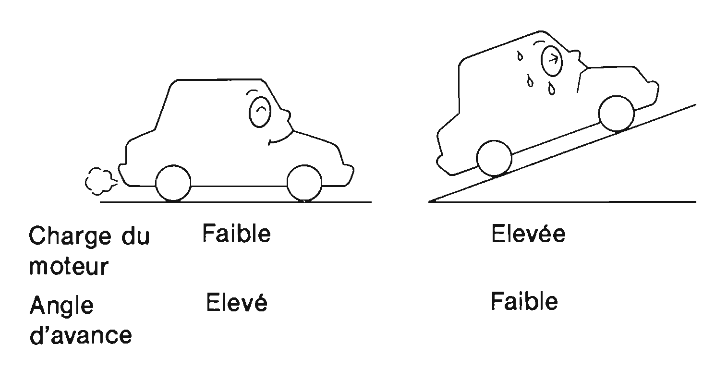
IMPORTANT !
Comme indiqué précédemment, l'angle de correction d'avance, en fonction du régime du moteur, est déterminé par les ressorts du correcteur d'avance. Pour cette raison, avoir soin de procéder avec précaution au démontage et au remontage du distributeur de manière à ne pas allonger les ressorts du correcteur d'avance.





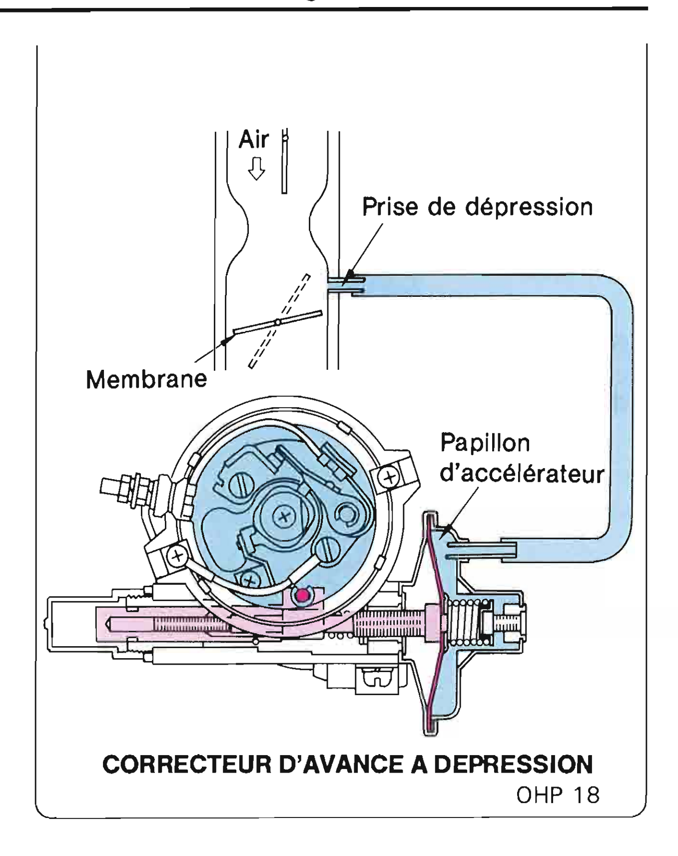
5. CORRECTEUR D'AVANCE A DEPRESSION

Le correcteur d'avance à dépression modifie le calage de l'allumage en fonction de la variation de dépression dans le collecteur d'admission sous l'effet du changement de charge supporté par le moteur et provoque l'avance à dépression en fonction de cette charge.



Charge du moteur	Faible	Elevée
Angle d'avance	Elevé	Faible

OHP 18



CORRECTEUR D'AVANCE A DEPRESSION

OHP 18

CONCEPTION

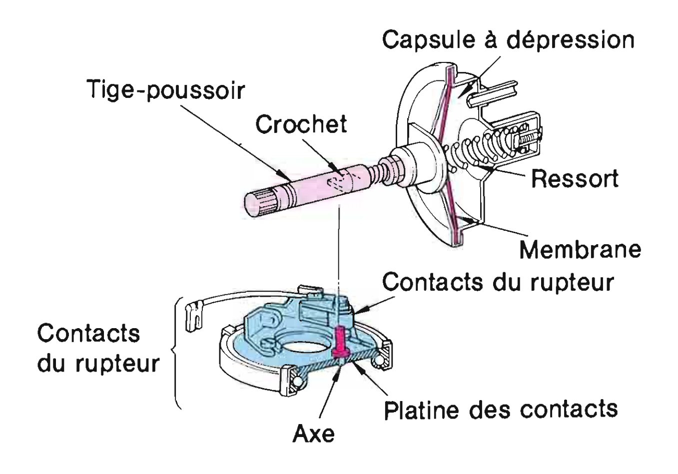
Le correcteur d'avance à dépression se compose du correcteur lui-même (membrane, ressort, tige-poussoir, etc...), du rupteur du distributeur (platine, contacts de rupteur, plateau fixe, etc...).

Le correcteur à dépression comprend une chambre à dépression et une chambre d'air séparée par la membrane. Lorsque la membrane est soumise à la dépression qui règne dans le collecteur d'admission, il y a traction sur la tige-poussoir. Cette tige-poussoir est reliée à l'axe de la platine du rupteur, platine qui est entraînée dans le sens inverse horloge (vue du dessus).

Lorsque le moteur supporte une faible charge, l'ouverture du papillon d'accélérateur est également faible, il y a donc augmentation de la dépression dans le collecteur d'admission.
Une dépression forte dans le collecteur d'admission diminue l'admission du mélange air/carburant dans les cylindres, d'où diminution de la vitesse de propagation du front de flamme après apparition de l'étincelle.
Cependant, lorsque la charge supportée par le moteur augmente, la dépression dans le collecteur d'admission augmente également, ainsi que le volume du mélange air/carburant admis dans les cylindres, d'où augmentation de la vitesse de propagation du front de flamme après allumage.
Le correcteur d'avance à dépression avance donc le point d'allumage lorsque la charge supportée par le moteur est faible, de sorte que la pression de combustion maximum continue à se manifester à 10° après PMH.

REFERENCE

Etant donné que la prise de dépression est située en amont du papillon d'accélérateur, lorsque celui-ci est entièrement fermé, le correcteur à dépression n'affecte pas le calage de l'allumage au ralenti.



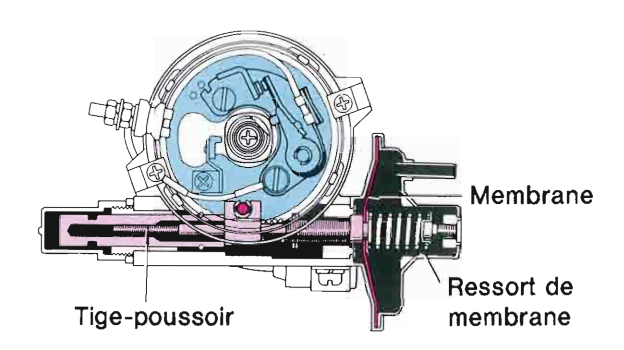
CORRECTEUR D'AVANCE A DEPRESSION

OHP 18



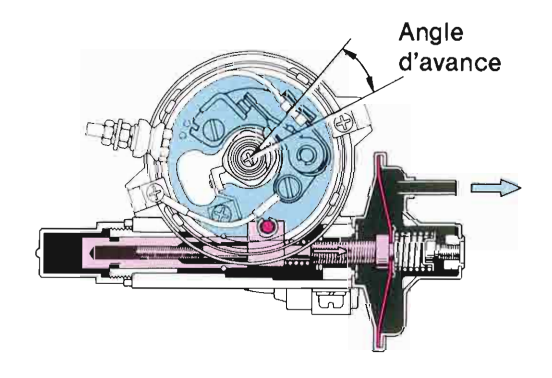
FONCTION

Etant donné que la papillon d'accélérateur est fermé lorsque le moteur fonctionne au ralenti, la prise de dépression située en amont du papillon d'accélérateur est soumise à la pression atmosphérique et il n'y a pas intervention du correcteur d'avance à dépression.



AVANT CORRECTION D'AVANCE

OHP 19



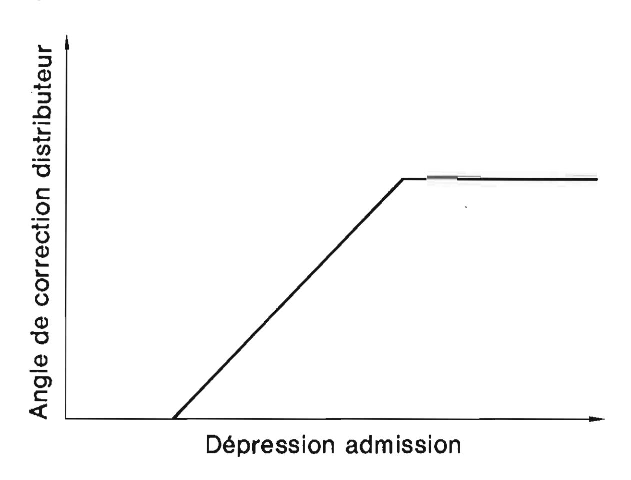
DURANT CORRECTION D'AVANCE

OHP 19

Lorsqu'il y a faible ouverture du papillon d'accélérateur, il y a naissance d'une détérioration au niveau de la prise de dépression, et cette dépression agit sur la membrane, laquelle membrane tire sur la tige-poussoir.
En conséquence, il y a rotation de la platine de rupteur dans le sens opposé au sens de rotation de la came, donc, il y a avance du point d'allumage en fonction de l'angle de rotation de la platine du rupteur.
A mesure que la dépression augmente, la course de la membrane, c'est-à-dire l'angle de rotation de la platine du rupteur (avance à l'allumage), augmente.

CARACTERISTIQUES DU CORRECTEUR A DEPRESSION

Les caractéristiques du correcteur à dépression, tout comme celles du correcteur d'avance mécanique, sont fonction des caractéristiques de fonctionnement du moteur. L'ampleur de la correction d'avance est fonction du ressort de membrane de capsule de correction d'avance.

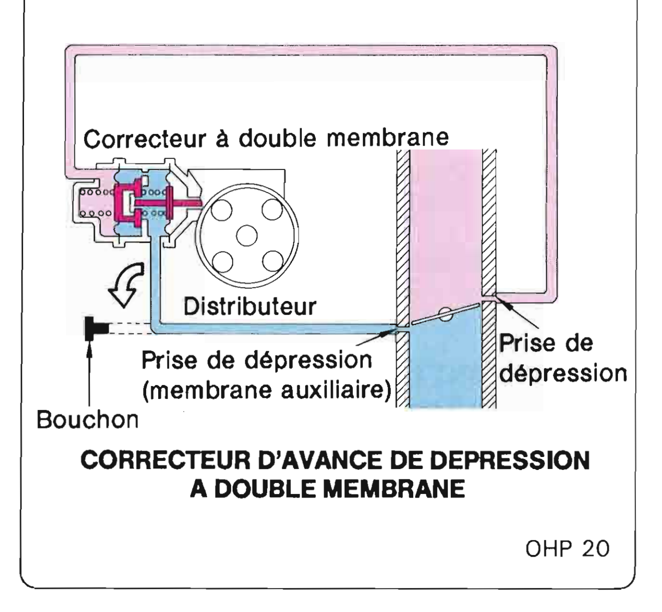


CARACTERISTIQUES DU CORRECTEUR D'AVANCE A DEPRESSION

OHP 20

IMPORTANT !
Le montage d'un distributeur, comportant des caractéristiques d'avance inappropriées pour le moteur, ne se traduit pas seulement par la détérioration des performances du moteur, mais également, dans les cas limites, par la détérioration des bougies, des soupapes d'échappement et des têtes de pistons. Pour cette raison, monter exclusivement un distributeur adapté à chaque type de moteur.

IMPORTANT !
Certains moteurs avec dispositif anti-pollution font appel à une capsule d'avance à dépression à double membrane.
Ce type de correcteur d'avance provoque une légère avance de l'allumage au ralenti afin de compenser la réduction de richesse du mélange air/carburant que provoque la présence du dispositif anti-pollution afin de diminuer le taux d'hydro-carbures (essence non brûlée) à l'échappement.
Lorsqu'on effectue la vérification et le réglage du calage de base d'un distributeur avec capsule de correction d'avance à double membrane, déboîter la tuyauterie de dépression de la membrane auxiliaire et obturer la tuyauterie.



CORRECTEUR D'AVANCE DE DEPRESSION A DOUBLE MEMBRANE

OHP 20

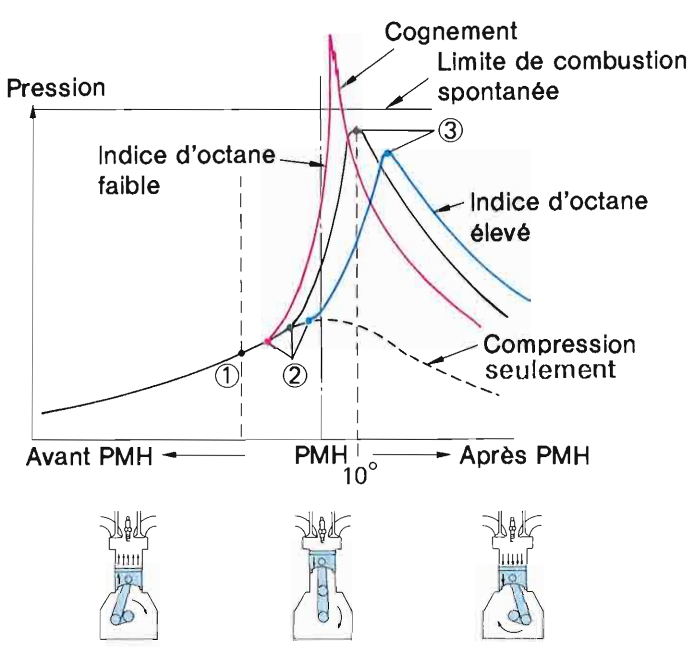
6. SELECTEUR D'INDICE D'OCTANE

Comme indiqué précédemment, le calage de l'allumage doit être réglé en fonction du temps de combustion du mélange air/carburant et de telle manière que la pression de combustion, à l'intérieur des cylindres, atteigne sa valeur maximum pour un angle de manivelle de vilebrequin de 10° avant PMH.
Le taux de combustion du mélange air/carburant (taux de propagation du front de flamme) est différent selon le type d'essence utilisé (indice d'octane).
En conséquence, pour exploiter au mieux la détonation du mélange, le point d'allumage doit être réglé en fonction de l'indice d'octane de l'essence utilisée.

Avec une essence à indice d'octane faible, le point d'allumage (température) de l'essence est inférieur à celui préconisé pour une essence normale, donc, le temps qui s'écoule entre l'apparition de l'étincelle et la combustion est court, et le taux de combustion est élevé (taux de propagation du front de flamme).
Dans ce cas, la pression de combustion maximum intervient avant 10° après PMH. Pour cette raison, non seulement le moteur ne peut alors atteindre ses performances maximum, mais la pression à l'intérieur des cylindres est alors trop élevée, d'où apparition de phénomènes de cognements dus à la combustion spontanée du mélange.
Avec une essence à indice d'octane élevé, le point d'allumage est plus important qu'avec une essence ordinaire, le temps nécessaire entre l'apparition de l'étincelle et la combustion est donc élevé, le taux de combustion est lent. En conséquence, le délai d'apparition de la pression de combustion maximum est susceptible d'être trop long, d'où retard du taux de combustion qui peut apparaître au-delà de 10° après le PMH. Etant donné que le piston est alors relativement bas dans le cylindre, la pression de combustion est alors trop faible et le moteur n'est pas en mesure de développer sa puissance maximum.



Dès lors, lorsqu'on utilise une essence à faible indice d'octane, le point d'allumage doit être retardé, au contraire, il doit être avancé avec une essence à indice d'octane élevé.



① Allumage
② Début de combustion (amorce propagation flamme)
③ Pression de combustion maximum

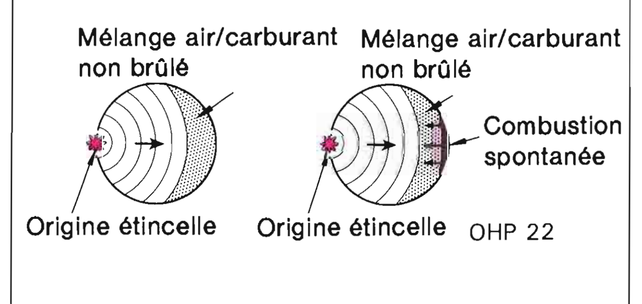
LE TEMPS DE PROPAGATION DU FRONT DE FLAMME EST DIFFERENT EN FONCTION DE L'INDICE D'OCTANE

OHP 21

REFERENCE

Combustion spontanée

Lorsque le mélange air/carburant est comprimé, sa température augmente pour atteindre la température de combustion sans que l'apparition de l'étincelle soit nécessaire, c'est ce phénomène qui provoque la manifestation de cognements.



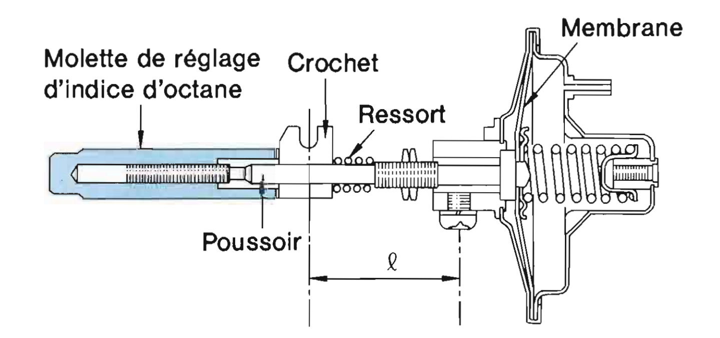
OHP 22

IMPORTANT !

Etant donné que la modification des caractéristiques d'avance, grâce à la présence du sélecteur d'indice d'octane, affecte la nature des produits polluants émis à l'échappement, ce sélecteur d'indice d'octane n'est pas monté sur les moteurs munis d'un dispositif anti-pollution.

CONCEPTION ET FONCTIONNEMENT

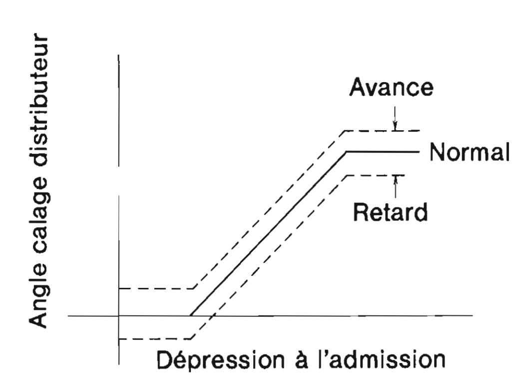
En tournant la molette du sélecteur de réglage d'indice d'octane, la position du crochet (ℓ) est modifiée par rapport à la tige-poussoir de membrane. En conséquence, la position de la platine de rupteur par rapport à la came de distributeur change également, d'où modification des caractéristiques du correcteur d'avance à dépression, comme illustré ci-dessous.



SELECTEUR DE REGLAGE D'INDICE D'OCTANE

OHP 22

Il est possible, à l'aide du sélecteur d'indice d'octane, de modifier avec précision le point d'allumage en modifiant les caractéristiques du correcteur d'avance à dépression en fonction de l'indice d'octane de l'essence utilisée.



MODIFICATION DES CARACTERISTIQUES DU CORRECTEUR D'AVANCE A DEPRESSION A L'AIDE DU SELECTEUR D'INDICE D'OCTANE

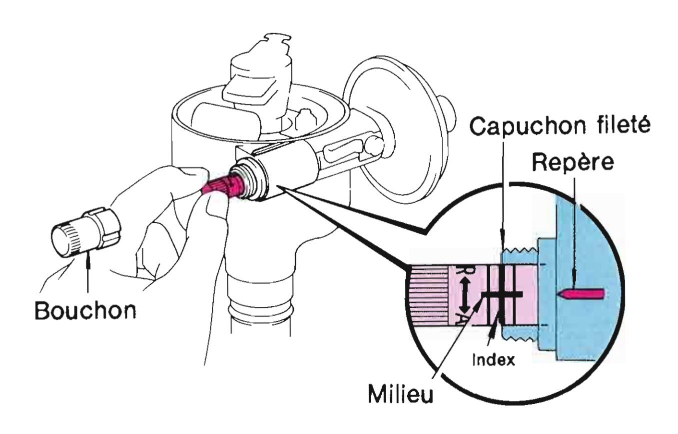
OHP 22



REGLAGE DU SELECTEUR D'INDICE D'OCTANE

IMPORTANT !
Les contacts du rupteur, l'angle de fermeture, le calage de l'allumage, ainsi que d'autres paramètres de mise au point du moteur (jeu des soupapes et écartement des électrodes des bougies) doivent être réglés correctement avant d'entreprendre le réglage du sélecteur d'indice d'octane.

La position normale du sélecteur d'indice d'octane correspond à l'alignement du repère de la molette et du repère du boîtier de distributeur.
Avant de régler l'angle de fermeture et le calage de base de l'allumage, amener systématiquement le sélecteur de réglage d'indice d'octane dans cette position.

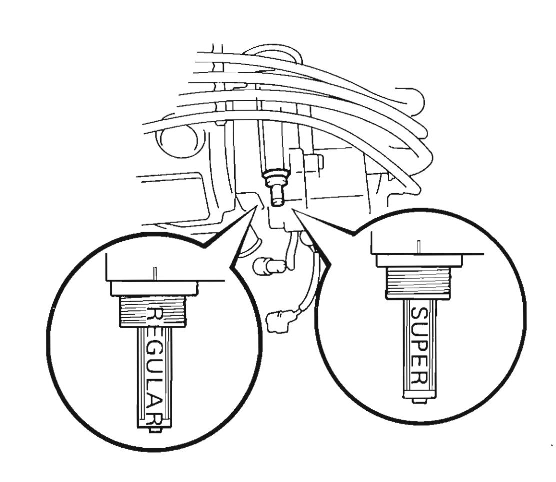


SELECTEUR DE REGLAGE D'INDICE D'OCTANE (POSITION NORMALE)

OHP 22

REFERENCE
Sur moteur 4A-F, un tour du sélecteur d'indice d'octane avance ou retarde le calage de l'allumage d'environ 4°.

REFERENCE
Les véhicules destinés à l'Allemagne de l'Ouest ne comportent pas le sélecteur de l'indice d'octane mentionné précédemment, mais un sélecteur d'indice d'octane à deux positions correspondant à deux qualités d'essence : "ordinaire" ou "super" (indice d'octane élevé).



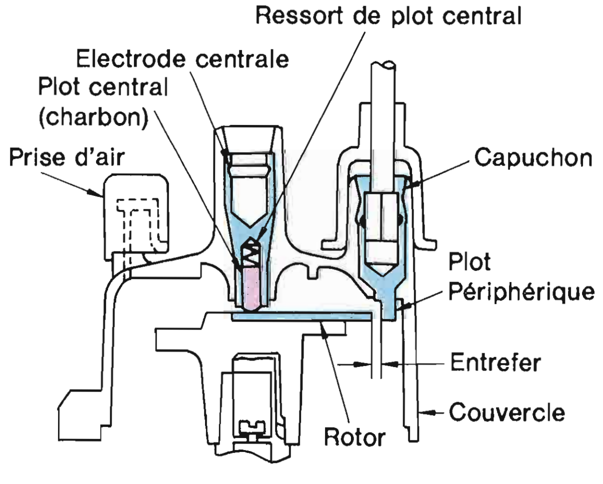
SELECTEUR DE REGLAGE D'INDICE D'OCTANE POUR ALLEMAGNE DE L'OUEST (W/TWC)

IMPORTANT !
L'indice d'octane préconisé pour chaque type de moteur Toyota figure dans le manuel d'utilisation correspondant. Dans les pays où l'essence a un indice d'octane plus élevé, il est inutile de régler le calage de l'allumage en utilisant le sélecteur de réglage d'indice d'octane.



DISTRIBUTEUR

Le courant haute tension, produit dans l'enroulement secondaire de la bobine, arrive à la borne d'alimentation secondaire de la bobine d'allumage et au plot central du couvercle d'allumeur grâce à un câble haute tension.
Ce courant haute tension passe ensuite du plot central aux électrodes périphériques sous forme d'un arc électrique qui apparaît entre le rotor et les électrodes périphériques. Le rotor tourne à la moitié de la vitesse du vilebrequin. Ensuite, le courant haute tension, à la sortie des plots latéraux, est envoyé à la bougie du cylindre correspondant grâce à un câble haute tension.
Etant donné que le distributeur assure le transport du courant haute tension, celui-ci doit être convenablement isolé. Pour conserver toutes ses performances au distributeur, il est nécessaire d'effectuer un entretien périodique et une révision précise.



OHP 23

1. COUVERCLE DE DISTRIBUTEUR

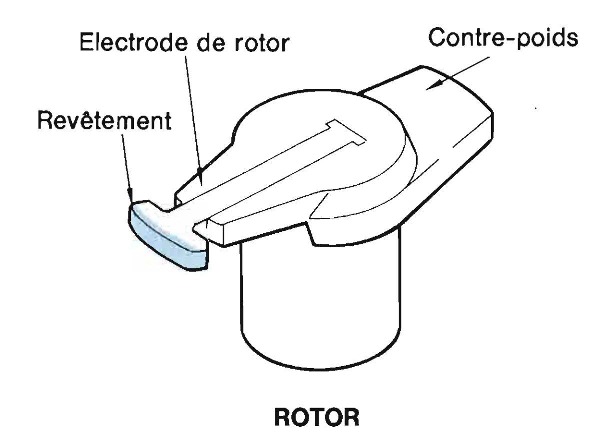
Le couvercle de distributeur est en résine époxy moulée par injection résistant aux températures élevées, et dont le coefficient diélectrique (isolation) est élevé.
A l'intérieur du couvercle, l'électrode centrale en charbon est maintenue au contact du plot central en aluminium grâce à un ressort, ce qui permet une distribution fiable de la haute tension.
Les électrodes périphériques en aluminium sont disposées régulièrement autour du couvercle du distributeur et alimentés en haute tension par l'intermédiaire de l'électrode centrale et du rotor. Un écartement de 0,8 mm environ est ménagé entre les électrodes latérales et le rotor afin d'éviter tout contact du rotor avec les électrodes périphériques pendant la rotation du rotor.
Etant donné qu'au moment de la formation de l'arc électrique haute tension entre le rotor et les plots périphériques du couvercle de distributeur, il y a formation d'ozone due au phénomène d'ionisation, de petits orifices de mise à l'air libre sont aménagés dans le couvercle du distributeur pour en assurer la ventilation.

IMPORTANT !

En cas de présence de poussières ou d'humidité sur le couvercle d'allumeur, il risque d'y avoir formation d'arcs électriques (haute tension) à la surface du couvercle de distributeur, d'où naissance de court-circuits entre les plots. En conséquence, lorsqu'un couvercle de distributeur est sale ou humide, l'essuyer avec un chiffon propre.
Les phénomènes de décharges électriques, auxquels sont soumis les plots périphériques, provoquent l'oxydation de ces plots, mais il est déconseillé de les frotter au papier de verre car, dans ce cas, il y a diminution de la dimension des électrodes périphériques, augmentation de l'entrefer rotor/électrodes, d'où passage difficile du courant haute tension et risque également de naissance de phénomènes d'interférences dans les réceptions radios.

2. ROTOR

Le rotor est réalisé en résine époxy, tout comme le couvercle du distributeur.
Les distributeurs des moteurs, destinés à certains pays, comportent un rotor dont l'extrémité est protégée par un revêtement, il s'agit, en fait, d'un film résistant au passage du courant, par exemple, oxyde ou alumine. Ce revêtement est destiné à réduire les interférences sur les réceptions radios.
L'extrémité des rotors ainsi traitée peut apparaître oxydée par les décharges électriques, mais, en fait, cet aspect est normal et provient de la présence du revêtement spécial.

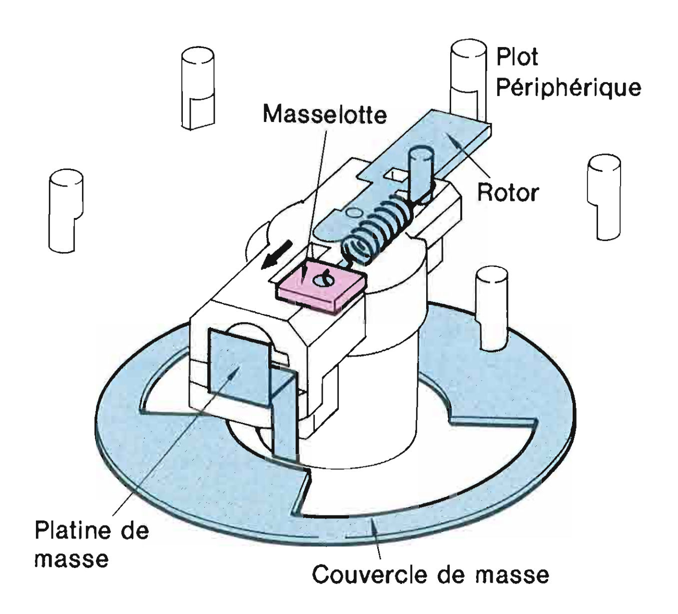


ROTOR

IMPORTANT !
Ne jamais limer l'extrémité d'un rotor traité avec un revêtement spécial et ne pas la frotter au papier de verre car il y aurait augmentation du bruit d'allumage et interférences radios.

3. ROTOR OU MECANISME DE PROTECTION DE SUR-REGIME

Ce mécanisme équipe certains types de moteurs. Lorsque le régime du moteur commence à atteindre des valeurs exagérées, l'extrémité du rotor qui distribue le courant haute tension est mise à la masse pour éviter le fonctionnement en sur-régime du moteur. Un ressort de rappel, une masselotte et une platine de mise à la masse sont, dans ce cas, incorporés au rotor du distributeur. Lorsque le rotor tourne, la masselotte se rapproche de la platine contre l'action du ressort de rapppel.
Lorsque le régime du moteur est à l'approche du sur-régime, la masselotte vient au contact de la platine de mise à la masse, d'où mise à la masse de la bobine.
En conséquence, il n'y a plus formation d'étincelles aux bougies, d'où ratés à l'allumage et possibilité pour le moteur de fonctionner en sur-régime. Sur le moteur 3F, le dispositif de protection contre les sur-régimes provoque la mise à la masse de quatre bougies sur les six que comporte ce moteur.



MECANISME DE PROTECTION DU MOTEUR CONTRE LES SUR-REGIMES (MOTEUR 3F)

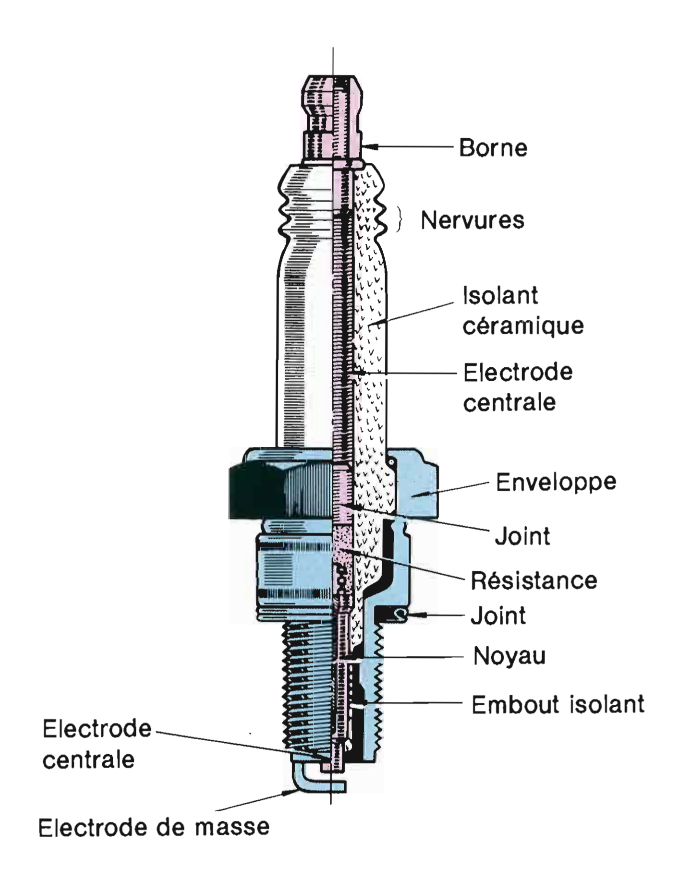
OHP 23



BOUGIES D'ALLUMAGE

ALLUMAGE

La haute tension assurée par l'enroulement secondaire de la bobine d'allumage passe entre l'électrode centrale et l'électrode de masse des bougies.
La qualité de l'étincelle dépend de nombreux facteurs. On trouvera ci-dessus les principaux facteurs affectant la qualité des étincelles.

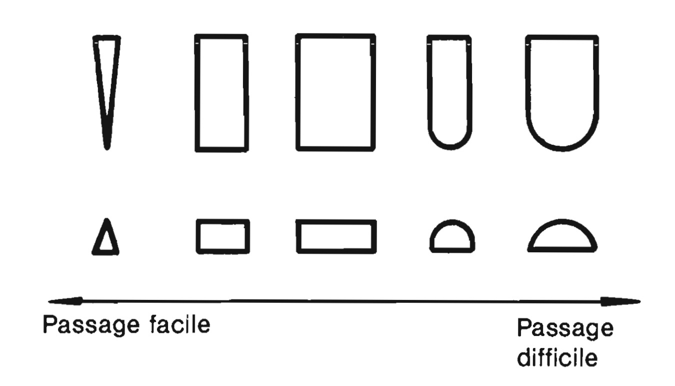


CONCEPTION D'UNE BOUGIE D'ALLUMAGE

OHP 24

1. FORME DES ELECTRODES ET DECHARGE ELECTRIQUE

Les électrodes arrondies rendent plus difficile la décharge électrique, alors que cette décharge est facilitée avec des électrodes à arêtes vives.
A mesure que l'extrémité des électrodes s'arrondit en utilisation, l'apparition des étincelles devient plus difficile, d'où manifestation de ratés.
En revanche, le fait de limer ou d'aviver les arêtes des électrodes facilite la formation des étincelles, mais abrège la longévité des électrodes, qui s'usent alors plus rapidement.



FORME DES ELECTRODES EN FONCTION DU PASSAGE DU COURANT